

## 中文摘要

### “玉米—籽鹅种养结合”生态养殖模式的探索及示范

养鹅生产中饲料成本约占养殖成本 70%~80%，一定程度上制约着养鹅业的经济效益。鹅作为草食性水禽，其消化系统具有可以充分分解高纤维粗饲料的特点，对粗饲料有良好的利用率和适应性。因此，鹅可以通过采食包括玉米叶片在内的粗饲料和农副产品来替代部分饲料原料。本试验旨在探索种养结合养殖模式对籽鹅生长发育、屠宰性能、肠道形态和盲肠菌群结构的影响，并分析比较籽鹅在玉米田间放养对玉米产量、土壤理化性质和土壤养分含量的影响，为籽鹅在玉米田间放养模式的应用提供理论依据。

研究一以吐丝期玉米为载体，籽鹅为研究对象，对照组籽鹅饲喂全价日粮采用棚下圈养，试验组籽鹅在减少 10%日粮条件下进行玉米田间放养，试验期为 56 天。试验结束后分析比较籽鹅生长发育、屠宰性能、血清生化指标、回肠肠道形态及盲肠菌群结构的差异，结果如下：试验组籽鹅的终末体重和平均日增重与对照组相比无显著差异 ( $P>0.05$ )；试验组籽鹅屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、屠宰率、半净膛率和全净膛率均极显著高于对照组 ( $P<0.01$ )，腿肌重和腹脂重显著高于对照组 ( $P<0.05$ )；试验组籽鹅回肠的绒毛高度和绒隐比均极显著高于对照组 ( $P<0.001$ )，隐窝深度极显著低于对照组 ( $P<0.001$ )；盲肠中放线菌门 (*Actinobacteriota*)、红蠕菌纲 (*Coriobacteriia*)、红蠕菌目 (*Coriobacteriales*)、奇异菌科 (*Atopobiaceae*) 和欧陆森氏菌属 (*Olsenella*) 相对丰度均极显著高于对照组 ( $P<0.01$ )。

研究二以玉米田为研究对象，无籽鹅放养的玉米田为对照组，选取 2021 年籽鹅放养的玉米田为试验组 I (放养 1 年)，2020 年籽鹅放养的玉米田为试验组 II (连续放养 2 年)，各组玉米产量和土壤样品均在 2021 年籽鹅饲养试验结束后统一采集和测定，结果如下：试验组 II 每公顷玉米产量极显著高于对照组 ( $P<0.01$ )，显著高于试验组 I ( $P<0.05$ )；试验组 II 土壤 pH 值 (pH=7.21) 极显著高于试验组 I (pH=6.79) 和对照组 (pH=5.94) ( $P<0.01$ )；试验组 I 土壤全钾

含量显著高于对照组 ( $P<0.05$ )；试验组I和试验组II的土壤有机质含量、全磷以及速效磷含量均高于对照组，但各组之间均无显著差异 ( $P>0.05$ )。试验组II和试验组I与对照组相比每公顷玉米田可分别增加玉米收益 1045.12 元和 495.36 元。

上述试验结果显示，在节约 10% 饲料情况下，籽鹅通过采食玉米叶可调节盲肠菌群结构和改善回肠肠道形态，进而提高机体消化吸收能力，并最终对籽鹅生长发育和屠宰性能产生影响。同时，放养籽鹅后玉米田的土壤理化性质得到改善，土壤养分含量增加，玉米产量和经济效益也得到进一步提升。总之，玉米田间放养籽鹅改善了生态环境质量，促进了养殖业的绿色可持续发展。

**关键词：**

籽鹅，种养结合，生长性能，屠宰性能，盲肠菌群，土壤养分

## **Abstract**

### **Exploration and demonstration of ecological breeding model of "Corn planting - Zi goose breeding Combination"**

The cost of feed in goose production accounts for about 70% to 80% of the cost of breeding, which restricts the economic benefits of the goose industry to a certain extent. As a herbivorous waterfowl, the digestive system of goose has the characteristics of fully decomposing high-fiber roughage, and has good utilization and adaptability to roughage. Therefore the goose can replace part of the feed ingredients by ingesting roughage including, corn leaves and agricultural by-products. The purpose of this study was to explore the effect of the combination of planting and breeding on the growth, slaughter performance, intestinal morphology and, cecal microflora of Zi goose, and the effects of Zi goose corn field stocking on corn yield and soil physicochemical properties were analyzed and compared, to provide data reference for the application of Zi goose corn field stocking mode.

Corn in the silking stage was used as the carrier in Research 1, and Zi geese as an object for further research. Here, the growth, slaughter performance, serum biochemical parameters, ileum intestinal morphology, and cecal microflora of Zi geese were analyzed, and compared with the control group breeding in captivity and the trial group stocking in the corn field with 10% dietary reduction. The experiment lasted for 56 days. The test results are as follows: The terminal body weight and average daily gain of the Zi goose in the experimental group were not significantly different from those in the control group. Dressed weight, semi-eviscerated carcass weight, eviscerated carcass weight, breast weight, slaughter yield, semi-eviscerated carcass yield, and eviscerated carcass yield of Zi geese in the trial group were extremely significantly higher than the control group ( $P < 0.01$ ), thigh weight and abdominal fat weight were significantly higher than the control group ( $P < 0.05$ ). In

addition, villus height and villus height : crypt depth ratio in the ileum of the trial group were extremely significantly higher than the control group( $P<0.001$ ), but the crypt depth was extremely significantly lower than the control group( $P<0.001$ ). The relative abundance of *Actinobacteriota*, *Coriobacteriia*, *Coriobacteriales*, *Atopobiaceae* and *Olsenella* in the cecum of the trial group was extremely significantly higher than the control group( $P<0.01$ ).

Corn field as the object in Research 2, the corn field without Zi goose stocking was used as the control group, the corn field that were stocked with Zi goose in 2021 as Test group I (stocking for 1 year), the corn field that were stocked with Zi goose in 2020 as Test group II (continuous stocking for 2 year), the corn yield and soil samples of each group were collected and measured uniformly after the end of the Zi goose feeding experiment in 2021, the test results are as following: The corn yield per hectare of test group II was extremely significantly higher than that of the control group ( $P<0.01$ ), and significantly higher than that of test group I ( $P<0.05$ ); The soil pH value of test group II (pH=7.21) was significantly higher than that of test group I (pH=6.79) and control group (pH=5.94) ( $P<0.01$ ); The total potassium content of soil in the test group I was significantly higher than that in the control group ( $P<0.05$ ); The content of soil organic matter, total phosphorus and available phosphorus in test group I and test group II were higher than those in the control group, but there was no significant difference between the groups ( $P>0.05$ ). Compared with the control group, test group I and test group II can increase economic benefits by 1045.12 RMB and 495.36 RMB per hectare of corn field.

These above results show that, under the condition of saving 10% feed, ingesting corn leaves can regulate cecal microflora structure and ileum intestinal morphology in Zi goose, thereby improving the digestion and absorption capacity of the body, and ultimately affecting the growth and slaughter performance. At the same time, the stocking of Zi geese in the corn field improved the physical and chemical properties of the soil, increased the soil nutrient content, corn yield, and economic benefits have also been it improved. To sum up, improved the ecological environment quality and promoted the green and sustainable development of the breeding industry.

**Key words:**

Zi goose, Corn field stocking, Growth performance, Slaughter performance, Cecal microflora, Soil nutrient

# 目 录

引 言 .....	1
第一篇 文献综述 .....	2
第 1 章 鹅价值概况 .....	2
1.1 鹅的营养价值 .....	2
1.2 鹅的经济效益 .....	3
第 2 章 我国鹅养殖业概况 .....	5
2.1 我国鹅养殖业现状 .....	5
2.1.1 我国鹅养殖业的发展 .....	5
2.1.2 我国鹅养殖业生产现状 .....	5
2.1.3 我国鹅品种资源 .....	7
2.2 我国鹅养殖业存在的问题 .....	8
2.2.1 良种繁育体系不完善 .....	8
2.2.2 饲养管理方式不规范 .....	8
2.2.3 疫病导致经济效益降低 .....	9
2.2.4 饲料配制技术落后 .....	9
2.2.5 产业链有待完善 .....	10
2.3 我国鹅养殖业发展趋势 .....	11
2.4 我国常见的鹅养殖方式 .....	12
2.4.1 集约化养殖模式 .....	12
2.4.2 生态养殖模式 .....	13

第3章 鹅肠道微生物研究进展 .....	16
3.1 肠道微生物的概述 .....	16
3.1.1 肠道微生物概念 .....	16
3.1.2 肠道微生物特点 .....	16
3.2 鹅肠道微生物的结构 .....	17
3.3 肠道微生物功能 .....	18
3.3.1 促进肠道发育和调节肠道屏障的功能 .....	18
3.3.2 免疫相关功能的调节 .....	19
3.3.3 与营养物质的代谢过程有关 .....	20
第二篇 研究内容 .....	22
第1章 种养结合养殖模式对籽鹅生长发育和屠宰性能的影响 .....	22
1.1 材料与方法 .....	22
1.1.1 试验动物及分组 .....	22
1.1.2 饲养管理 .....	23
1.1.3 样本采集 .....	24
1.1.4 生长性能及屠宰性能测定 .....	24
1.1.5 脏器指数的测定 .....	25
1.1.6 血清生化检测 .....	25
1.1.7 数据处理与统计分析 .....	25
1.2 结果 .....	25
1.2.1 玉米田间放养对籽鹅生长性能的影响 .....	25
1.2.2 玉米田间放养对籽鹅屠宰性能的影响 .....	26

1.2.3 玉米田间放养对籽鹅脏器指数的影响 .....	26
1.2.4 玉米田间放养对籽鹅血清生化指标的影响 .....	27
1.3 讨论 .....	27
1.4 小结 .....	29
第 2 章 种养结合养殖模式对籽鹅肠道形态及盲肠菌群的影响 .....	30
2.1 材料和方法 .....	30
2.1.1 试验动物及分组 .....	30
2.1.2 饲养管理 .....	30
2.1.3 肠道组织形态 .....	30
2.1.4 盲肠菌群测序 .....	31
2.1.5 数据处理与统计分析 .....	31
2.2 结果 .....	32
2.2.1 玉米田间放养对籽鹅回肠肠道形态的影响 .....	32
2.2.2 盲肠菌群基因测序质量 .....	33
2.2.3 籽鹅盲肠内容物 OTU 数统计 .....	33
2.2.4 籽鹅盲肠菌群 Alpha 多样性分析 .....	34
2.2.5 籽鹅盲肠菌群 Beta 多样性分析 .....	36
2.2.6 籽鹅盲肠菌群相对丰度分析 .....	38
2.3 讨论 .....	41
2.4 小结 .....	43
第 3 章 种养结合养殖模式对玉米产量和土壤养分含量的影响 .....	44
3.1 材料和方法 .....	44



3.1.1 试验场地概况 .....	44
3.1.2 玉米试验田分组 .....	44
3.1.3 玉米产量测定 .....	45
3.1.4 土壤养分含量测定 .....	45
3.1.5 数据处理与统计分析 .....	45
3.2 结果 .....	46
3.2.1 种养结合模式对玉米产量的影响 .....	46
3.2.2 种养结合模式对土壤理化指标的影响 .....	47
3.2.3 种养结合模式对土壤养分特征影响 .....	48
3.3 讨论 .....	50
3.4 小结 .....	52
结 论 .....	53
参考文献 .....	54
导师简介 .....	68
作者简介及在学期间的学术成果 .....	69
致 谢 .....	71

## 英文缩写词表

英文缩写	英文全称	中文全称
ADFI	Average Daily Feed Intake	平均日采食量
ADG	Average Daily Gain	平均日增重
ALB	Albumin	白蛋白
A/G	Albumin/ Globulin	白球比
CD	Crypt depth	隐窝深度
CF	Crude Fiber	粗纤维
CP	Crude protein	粗蛋白
GLB	Globulin	球蛋白
FBW	Final Body Weight	终末体重
FCR	Feed Conversion Rate	饲料转化率
SOM	Soil organic matter	土壤有机质
TP	Total Protein	总蛋白
VH	Villus height	绒毛高度
V/H	Villus height/ Crypt depth	绒隐比

## 引 言

随着社会发展, 畜禽产品日益增加的需求量使得我国畜禽的养殖数量不断增加, 经营规模不断扩大, 鹅养殖业作为我国特色传统养殖业, 相关产业发展具有极大潜力。我国鹅遗传资源丰富, 鹅肉产量和羽绒产量均始终位于世界前列。鹅肉营养物质丰富, 富含多种人体必需的氨基酸和蛋白质等营养物质, 早在 2002 年鹅肉已被联合国粮农组织作为绿色食品推广, 被列为 21 世纪要重点发展的绿色食品之一。

目前全球因饲料原料短缺, 导致饲料生产成本升高, 我国养殖业因而受到冲击。饲料成本约占据畜禽养殖业成本 80% 左右, 养殖成本过高导致农民和企业亏损, 使得养殖利润大幅降低。除此之外, 随着我国畜禽规模化养殖的不断发展, 畜禽粪污的产生数量也在不断增加, 现已成为污染土壤、空气和周边环境的一个主要原因。粪污处理不当阻碍了农村养殖行业的发展, 也不符合当今社会所重视的可持续绿色发展, 已然成为如今农业发展中一个不可忽视的问题。在 2016 年 7 月 6 日, 农业部印发《全国食草畜牧业发展规划(2016~2020 年)》文件, 提出将发展草食畜牧业作为现代化畜牧业的重要方向, 构建生态循环发展的农业体系。鹅作为草食性家禽, 发展鹅种养结合模式符合国家畜牧业调整要求, 符合我国健康发展可持续农业政策, 同样符合生态农业发展的背景。种养结合作为一种全新的养殖模式, 将作物的种植和畜禽的养殖形成统一整体, 体现了互相促进利用的循环发展理念, 满足了人们对绿色产品日益增长的需求, 有效减少了畜禽养殖业中粪便对环境的污染破坏, 节约饲料成本的同时又为畜禽提供了充足活动空间, 有利于畜禽的健康生长和抗病能力的提高。

因此, 本研究以原产于东北的优秀地方品种籽鹅为研究对象, 并依托于东北特色的玉米种植业, 采用玉米田间放养作为饲养方式, 将籽鹅养殖业和玉米种植业想结合, 形成“玉米—籽鹅种养结合”养殖模式, 探索玉米田间放养可行性, 以期减少鹅养殖业中的饲料成本, 使农业增效、农民增收, 为发展玉米田养殖业、生产优质农产品、促进农村经济可持续发展提供参考。

## 第一篇 文献综述

### 第1章 鹅价值概况

#### 1.1 鹅的营养价值

鹅，属鸟纲雁形目鸭科动物，是我国常见的一种食草家禽，如今更是因其丰富的营养物质而与鲸鱼肉一起被众多营养学家称为人类的保健食品。鹅肉的营养价值和功效也早已被我国传统中医记录，有记载表明“鹅肉味甘性平，有补气之功效，可以暖胃祛湿抗衰老，也有止咳化痰和缓解铅中毒的功能，是中医食疗理论中的上品药材”<sup>[1]</sup>。《本草拾遗》记载“鹅肉补脾益胃，止渴…性与葛根相似…性凉利五脏”；《日华子本草》中同样提出“白鹅，解五脏热，止渴”；李时珍的《本草纲目》对鹅肉也有如下记载“烧研，搽脚趾缝湿烂。焙研，油调，涂冻疮良”<sup>[2]</sup>。

鹅肉作为绿色健康的食物，其肉质鲜嫩，味道鲜美，富含营养物质。据测定鹅肉与其他禽肉相比品质更加优良，优质蛋白含量高，含有丰富的维生素和矿物质，不饱和脂肪酸（Unsaturated Fatty Acids, UFA）的比例更高，同时脂肪含量也要低于其他禽肉<sup>[3]</sup>，鹅肉优点如下。

1) 必需氨基酸（Essential Amino Acid, EAA）含量高，据测定蛋白质含量鸡肉为 20.60%，鸭肉为 21.40%，牛肉为 18.70%，而鹅肉 22.30%的蛋白质含量明显高于其他畜禽肉<sup>[4]</sup>。鹅肉中赖氨酸（Lys）与丙氨酸（Ala）含量与鸡肉相比高 30.00%，组氨酸（His）含量更是要高 70.00%<sup>[5]</sup>，可以认为鹅肉是必需氨基酸的良好来源。一般认为必需氨基酸指数（Essential Amino Acid Index, EAAI）越接近 100 则认为食物的蛋白营养价值越高，有研究统计了我国 15 个商品鹅的鹅肉蛋白质指数，范围在 82.70~91.10，这表明鹅肉可以作为优质蛋白质的来源<sup>[6]</sup>。

2) 鹅肉中 4.00%左右的脂肪含量也要明显低于其他畜禽肉，但其中不饱和脂肪酸含量较高，亚麻酸（Linolenic Acid, LNA）含量更是显著超过其他畜禽肉<sup>[7]</sup>，也有研究表明鹅肉单不饱和脂肪酸（Mono-Unsaturated Fatty Acid, MUFA）和亚

油酸 (Linoleic Acid, LA) 的比例更高, 分别达到了 24.00%和 20.00%, 同时富含多不饱和脂肪酸<sup>[8]</sup>。同样有研究表明, 鹅肉的不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸比值以及不饱和脂肪酸n-6 和 n-3 比值均处于人类饮食的最适合范围值<sup>[9]</sup>。

3) 鹅肉中的矿物质元素同样丰富, 也是其肉质鲜美的主要原因。以溆浦鹅为例, 平均每百克鹅肉中的铁、钙、镁和硒含量达到了 6.97 mg、13.84 mg、39.94 mg 和 18.71  $\mu\text{g}$ , 含量均显著高于鸡肉和鸭肉<sup>[10]</sup>。

4) 鹅肉中胆固醇含量低, 众所周知胆固醇含量高会提高心血管疾病比如高血压等发生的风险, 以四川白鹅为例, 其胸肌和腿肌中的胆固醇平均含量分别为 57.17 mg /100 g 和 54.71 mg /100 g, 明显低于其他家禽肉的胆固醇平均含量 (鸡肉 106.00 mg /100 g, 鸭肉 94.00 mg /100 g) <sup>[11]</sup>, 所以鹅肉也可被作为一种低胆固醇的健康肉制品。

除鹅肉外, 鹅血也具有一定营养价值, 鹅血中的蛋白质含量高达 19.00%, 每百毫升鹅血中的血红蛋白含量也达到了 12.99 g。鹅血中还含有多种氨基酸, 其中有 8 种氨基酸是人体无法合成的, 包括赖氨酸、色氨酸和苏氨酸等, 所以鹅血也可作为优质的蛋白质来源。鹅血中还含有铁、铜、锌、磷和硒等多种微量元素, 并且其中铁的含量最高, 可作为良好的补血剂<sup>[12]</sup>。除此之外, 鹅血中的超氧化物歧化酶 (Superoxide Dismutase, SOD) 具有抗氧化抗衰老的作用, 甲状腺激素、生长激素和胰高血糖素等激素类物质含量也极为丰富, 并且鹅血中还含有具有抗炎功效的免疫核糖核酸和叶酸等物质。

## 1.2 鹅的经济效益

我国商品肉鹅 2 到 3 个月就可到达 3.50 kg~4.00 kg 的出栏体重, 除鹅肉外, 鹅身上其他部位也能带来可观的经济收益。鹅不同部位所占的比例不同, 以四川白鹅为例, 鹅肉占 50.00%, 鹅骨占 19.00%, 鹅血占 5.00%, 鹅肝和脂肪各占 8.00%<sup>[13]</sup>, 这些部位都在人类的生活中发挥着各自价值, 也是我国养鹅业中应当重视的部分。

1) 羽绒是鹅养殖业的重要产品, 鹅羽绒品质优良, 柔软, 蓬松, 并且保暖性能好, 同时羽绒也是我国禽产业出口的主要商品之一<sup>[14]</sup>; 鹅正羽和羽翎则可以作为制作羽毛球和工艺品的优质原材料, 根据中国商会羽毛羽绒制品分会

(CFNA) 统计, 2012 年我国的羽绒及其制品占到了国际贸易量的一半以上。

2) 鹅裘皮是裘皮中的良品, 常被用来制作高档的服饰, 与狐皮相比有着更好的手感, 并且与貂皮防寒性能相近。

3) 鹅骨可用来作为补钙食品, 且骨髓中含有丰富的磷脂质和软骨素等营养物质。鹅腿骨也可入药, 常用于犬类咬伤。

4) 鹅肥肝鲜嫩, 不饱和脂肪酸在脂肪中占比超过 60.00%, 营养丰富, 是畅销的出口产品, 虽然我国少有消费鹅肥肝的传统, 但近年来消费量却处在持续上升的阶段。

5) 鹅的产蛋数量少, 产蛋性能也低于其他家禽, 但与鸡蛋鸭蛋相比, 鹅蛋中的蛋白质含量更高, 鹅蛋也能为养鹅业带来一定收益。

6) 鹅血在食品工业方面的应用也较为广泛, 比如采集新鲜鹅血制成鹅血豆腐, 以鹅血主要原料制作鹅血酱和鹅血粉等食品。国外一些发达国家对鹅血的开发研究更早也更加深入, 比如在制作香肠、罐头等食品时会加入一定量的鹅血, 可以让食品变得更加营养和美味。

综上, 鹅为我国提供肉、蛋和绒等一系列农产品, 除此外同样为轻工业提供了原料, 鹅粪也可作为优质的有机肥, 可以说鹅的用途之广, 带来的经济收益之高也是鹅受到人们关注的原因之一。

## 第2章 我国鹅养殖业概况

### 2.1 我国鹅养殖业现状

#### 2.1.1 我国鹅养殖业的发展

中华民族源远流长，其中更是经历了几千年的农耕文明，养鹅业也成为了我国传统的畜牧业之一。2022 年在美国国家科学院院刊（Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS）上由中日学者发表了最新的研究成果，对位于浙江省宁波市田螺山遗址的动物考古研究后发现了一批鹅遗骨，并且分析后有证据表明这些遗骨属于被圈养驯化后的鹅，碳-14 同位素测定的结果表明鹅骨已距今 6670~7150 年<sup>[15]</sup>。这一发现可能代表着鹅或许会成为人类历史上最古老被驯化的家禽物种，我国对鹅的驯化养殖历史也可追溯到大约 7000 年前。

虽然我国养鹅历史悠久，但鹅养殖业与其他畜禽养殖业相比算是后起之秀。近年来在我国政策的引导下，畜牧业发展迅速，畜禽结构也在不断优化，人们更是把鹅养殖业当做朝阳产业，各地鹅养殖业因地制宜迅速发展。现如今鹅产业已经成为我国畜牧业中极为重要的支柱产业之一，也成为了我国出口创汇和富民富农的重要产业，更是有不少学者将鹅产业的迅速发展称为我国畜禽养殖业中的“白色革命”<sup>[16]</sup>。

我国鹅养殖产业规模不断扩大的另一个重要因素就是国际和国内市场对鹅肉及鹅业副产品需求的日益增加。多年来我国鹅养殖数量和鹅产品消费量一直是世界第一，鹅饲养量远超其他国家，已经占据了世界总量的 90% 以上。除此外我国鹅的存栏量和鹅业相关食品总量也都在全世界的 90% 以上，我国也因此被誉为“世界水禽王国”<sup>[17]</sup>。近年来我国鹅养殖业仍然处在稳定而又快速上升的状态，鹅的养殖，培育以及加工等关键技术也在不断地创新和推广。

#### 2.1.2 我国鹅养殖业生产现状

相关数据记载，据不完全统计 1988 年我国鹅养殖数量大约为 2.5 亿只左右，

鹅肉产量达到了 50 万吨, 经过 7 年发展到 1995 年我国鹅养殖数量已达到 4 亿只左右, 产肉量也高达 130 万吨左右, 2012 年根据国家水禽产业技术体系的统计, 我国肉鹅出栏量已达到近 5 亿只<sup>[18]</sup>。到了 2021 年我国 23 个主要鹅生产省份的总出栏量已经高达 5.63 亿只, 值得一提的是, 2019 年和 2020 年的鹅出栏量分别达到了 6.03 亿只和 6.34 亿只, 存栏量分别为 1.58 亿只和 1.51 亿只, 虽然受到新冠疫情影响鹅出栏量有下降趋势, 但是 2021 年鹅存栏量上升到 1.85 亿只, 始终保持稳定的状态。近十年来我国鹅养殖产业价值总体处于上升趋势, 2019 年 554.15 亿元的总产值也是近十年来的最高值, 2020 年有所下降但也达到了 485.31 亿元, 并且在 2021 年再次进入上升阶段, 提高到了 515.87 亿元<sup>[19]</sup>。

我国鹅饲养管理水平也随着鹅养殖业的发展而不断提高, 一些先进的饲养技术开始在我国各地养鹅业中推广普及, 提高了鹅养殖业的规模和集约化水平。且鹅的营养需要标准也逐渐完善, 现如今我国商品肉鹅和一些地方鹅种均已制定了适宜的饲养管理规范规程, 已经基本可以满足鹅养殖中的生产需求, 充分发挥了鹅养殖业中的生产潜力。疫病的传染也伴随着鹅养殖业, 比如小鹅瘟, 鹅的副黏病毒, 大肠杆菌性腹膜炎等传染病, 无疑会对鹅养殖业带来严重的后果。而多年以来鹅疫病的防治手段随着我国畜牧业的发展取得了一定进步, 预防小鹅瘟的疫苗已取得良好成果并推广应用, 其他疾病也均有相应疫苗进行生产, 为我国鹅规模化的养殖提供了强有力的保障。

鹅养殖业在我国各地分布广泛, 养殖规模也在不断扩大, 各地因地制宜, 以当地特色鹅种为主形成具有当地特色的鹅养殖业。近十年来, 除了我国西藏和青海等高寒区域, 其他省份均具有一定数量的规模化鹅养殖场, 尤其是东北三省鹅养殖业发展迅速, 相继涌现出养鹅大县, 带来了明显的经济效益, 黑龙江省依安县也是被我国农业农村部誉为“白鹅之乡”<sup>[20]</sup>。东北三省中, 黑龙江省鹅养殖产业主要分布在松嫩平原, 年出栏量接近 5000 万只; 吉林省主产区在中西部地区聚集, 年出栏量在 3000 万只以上; 辽宁省丹东、辽阳、铁岭和沈阳等地区的鹅养殖业较发达, 年出栏量已达到 3500 万只左右。2019 年到 2021 年东北三省连续三年肉鹅饲养量占全国 16%, 种鹅连续三年饲养量更是占到了全国 41.00% 左右。鹅养殖业规模扩大的同时引领带动了相关企业的发展, 目前已有 60 多家鹅屠宰加工相关企业, 5 家规模较大且具有鹅深加工能力的企业, 连续三年肉鹅产



值达到 200 亿元，占全国 13.00%，在我国鹅产业中已经占据了重要地位<sup>[21]</sup>。

### 2.1.3 我国鹅品种资源

中国家鹅具有两个母源，伊犁鹅是唯一一个起源于灰雁的鹅种，其他家鹅品种均起源于鸿雁<sup>[22]</sup>，而欧洲的家鹅则普遍认为是由灰雁驯化而来，中国家鹅和欧洲家鹅的主要区别便是中国家鹅的喙根部会长出肉质凸起<sup>[23]</sup>。我国的鹅种质资源十分丰富，根据 2021 年 1 月 13 日中华人民共和国农业农村部公布的通知，由国家畜禽遗传资源委员会修订并公布了《国家畜禽遗传资源品种名录(2021 年版)》，其中收录了我国地方鹅品种 30 个，培育品种 1 个（扬州鹅），培育配套系 2 个以及 6 个引入品种及配套系。按照羽毛颜色区分，我国鹅品种可分为白鹅和灰鹅两大类；按照体重又可以分为大型鹅 1 个（狮头鹅），中型鹅 17 个（如浙东白鹅、扬州鹅和四川白鹅），小型鹅 12 个（如籽鹅，太湖鹅和乌鬃鹅等）<sup>[24]</sup>。翁恺麒等<sup>[25]</sup>对我国 30 个鹅品种进行聚类分析，综合考虑分布地区、羽毛颜色和体尺体重等因素，又将其分成 4 类，第一类为主要产于我国中部和南部适应温带气候的中小型鹅种，第二类为主要分布在长江以南地区的中小型肉用鹅种，第三类为北方小型抗寒鹅种，第四类则是能更适应炎热环境的南方中大型鹅种。

虽然我国鹅遗传资源丰富，但是各地区不同品种的鹅饲养量却有着很大的差异，比如生长性能优异的我国唯一大型鹅种狮头鹅、具有良好产蛋性能的豁眼鹅、绒肉兼用且产蛋量高的四川白鹅以及浙东白鹅等具有鲜明特点的鹅种均有着远超其他鹅品种的饲养量，也为当地带来了一定的经济和社会效益。但一些鹅品种生产性能较低，养殖带来的经济收益较差，且与其他高产品种盲目杂交，导致品种数量逐年下降。已有 17 个鹅品种存在不同程度的风险，鄯县白鹅和阳江鹅等 4 个鹅品种已成为濒危品种，保护我国珍贵的鹅遗传资源也已受到国家和各省市地方的高度重视<sup>[26]</sup>。

籽鹅，在黑龙江省独特的自然环境下形成的一个优良地方品种，原产地为东北松辽平原，黑龙江省绥化和松花江地区是籽鹅的主产区。2008 年，籽鹅收录于《中国畜禽遗传资源目录》。2009 年，普查修订后的《中国畜禽遗传资源志·家禽志》也再次将籽鹅收录其中。籽鹅体型紧凑轻小，略呈长圆形，羽毛白色，头部具有肉瘤，颈部细长，胸部丰满，背部平直<sup>[27]</sup>。籽鹅饲养历史久远，闻名于出

色的产蛋性能,在6月龄时即可开始产蛋,每年产蛋量高达80~100枚,蛋壳呈白色,平均蛋重也可达到131.00g,并且在冬季寒冷或者籽鹅换羽期间也可以进行产蛋。除此之外,籽鹅对环境有较强的适应能力,同时具有抗寒抗粗放,耐粗饲,性成熟时间早,生长速度快,肉质鲜美等优良特征<sup>[28]</sup>。因其性能优良并且适合东北寒区饲养的环境,在东北地区饲养范围广泛,已经成为了当地较好的母系品种,也是我国重要的家禽品种资源之一。

## 2.2 我国鹅养殖业存在的问题

### 2.2.1 良种繁育体系不完善

我国近十年来养鹅业持续迅速发展,鹅肉和鹅加工产品的市场需求不断增加,导致全国各地鹅饲养规模也在不断扩大。但与其他禽业相比,养鹅业并没有建立起遵循科学的良种繁育体系。虽然我国鹅地方品种遗传资源丰富,其中也有生产性能高或抗病力强的品种,但大多数是在各我国地区特殊环境下所形成的,并没有经过系统科学的开发和选育工作,在某些方面存在许多缺点,无法完全满足目前我国养鹅业的生产需要<sup>[29]</sup>。

目前我国部分地区已认识到良种鹅对养鹅业的重要性,积极引进其他地区优良品种,但存在乱杂乱配的现象,不能充分发挥优势,难以直接进行规模化饲养,从而降低了养鹅业的经济收益<sup>[30]</sup>。我国鹅良种繁育体系在繁殖育种、质量监测和资源保护等方面存在诸多问题,比如育种新技术落后、人才匮乏和对鹅良种选育缺乏深刻认知等<sup>[31]</sup>,尽管我国已培育出扬州鹅和天府肉鹅配套系,但还未能完全满足我国市场和生产需要。

### 2.2.2 饲养管理方式不规范

近年来养鹅业逐渐规模化产业化,但仍以养殖户的分散饲养为主,规模化生产水平较低,同时并没有充足的科学养殖知识,自繁自养占据主导地位。这也间接导致了个体之间存在生产性能差异,提高了养殖成本,延长了饲养周期,致使经济效益有所减少,降低了养鹅业在我国市场上的竞争力<sup>[32]</sup>。并且长期以来饲养管理方式也较为落后,因以个体养殖户为主,一些农民自身经济条件较差,缺

乏养殖中的专业知识，普遍存在养鹅地址不规范、鹅舍简陋和饲料随意放置导致发霉等现象，同时缺乏养殖标准和规章制度<sup>[33]</sup>，有着严重的疫病隐患，阻碍了养鹅业的持续发展，也导致鹅肉质量参差不齐。

### 2.2.3 疫病导致经济效益降低

鹅有着明显强于其他家禽的疾病抵抗力，并且疫病也与其他家禽养殖业相比较少，近年来养鹅业发展迅速，鹅疫病也有着向复杂多样化发展的趋势<sup>[34]</sup>。部分养殖户看重利益而忽视了疫病的防控，导致鹅疫病危害加重，现已成为了我国养鹅业中急需重视的重要问题之一。鹅疫病发病率提高的主要原因有以下几点：一是一些散养户防疫意识薄弱，饲养环境卫生不合格；二是规模化养殖厂没有按照免疫标准流程进行管理，从而导致大群的交叉感染；三是种蛋或鹅雏在不同地区之间来往运输过程中感染疫病；四是养殖过程中疫苗的使用存在问题<sup>[35]</sup>。

当前最典型也是对养鹅业危害最大疫病主要有禽流感、鹅副黏病毒病和大肠杆菌病等，其中禽流感在其他养禽业中也造成了严重危害和经济损失，而禽流感和鹅副黏病毒病均会直接导致鹅的大量死亡，具有极高的传染性<sup>[36]</sup>。造成大肠杆菌病的因素复杂，鹅自身的强烈应激反应同样会导致大肠杆菌病的发生，且具有易反复发作的特点，会导致雏鹅死亡和成鹅生产性能下降的情况，从而造成经济损失。近年来，雏鹅的痛风病发作率也越来越高，严重影响雏鹅生长甚至导致死亡。究其原因是养殖户和饲料厂为了使雏鹅快速生长，饲喂蛋白质含量较高的饲料，而雏鹅肾脏尚未发育完全，无法完全排除因摄入高蛋白质饲料产生的尿酸，导致雏鹅阶段成为痛风发作的高峰期，痛风病已经成为制约养鹅业的新问题<sup>[37]</sup>。

### 2.2.4 饲料配制技术落后

饲料的配制在畜禽养殖业中占据重要地位，而配制饲料的主要依据便是营养需要标准。美国 NRC (National Research Council) (1994) 给出的肉鹅营养需要标准，也是我国之前常用来参考的数值，但其中能量和蛋白质等营养需要量存在失衡问题，钙磷等矿物质元素需要量也存在含量不足问题，国内外对于鹅微量元素和各维生素需要量的研究甚少<sup>[38]</sup>，这也变相导致了养殖户往往花费较高的成本却达不到预期的效果。我国现已出台了一些地方品种肉鹅的营养需要标准，但我

国鹅品种繁多，各地品种间生长发育和生产性能也存在较大差异，所以各品种间的营养需要也存在一定差异，目前的营养需要标准并不能满足我国养鹅业中的不同鹅品种。

我国肉鹅饲料主要有青绿饲料和精饲料两种，青绿饲料主要包括牧草、田间杂草、菜叶和嫩枝树叶等，精饲料营养成分与青绿饲料相比更丰富，粗纤维含量更低，主要包括农作物籽实和其加工副产品等<sup>[39]</sup>。目前我国已经有肉鹅生产专用预混料和全价饲料，但是饲料配方的科学性还有待考究。此外，鹅作为我国典型的草食性家禽，对青绿饲料有良好的利用效率，我国部分地区养鹅业会在饲喂精饲料的同时利用当地的牧草资源，可以降低养殖成本，但许多养殖户对青绿饲料的认知存在不足，应用程度较低，无法较好地控制青绿饲料和精饲料的饲喂比例，不能充分发挥其优势。

### 2.2.5 产业链有待完善

我国整个水禽产业链较长，各产业之间互相依靠，不论哪个环节受到冲击而产生异动都会对整个水禽产业的发展产生极大影响。但随着我国养鹅业的发展，养殖、屠宰和加工等各个环节彼此分离，无法形成“公司和农户”的养殖模式，一些农户经济规模较小，无力进行屠宰和加工等环节，同时缺乏抵御市场风险的能力<sup>[40]</sup>。

经过多年的发展和培育，许多鹅加工产品已在我国有着不错的市场，但由于存在“北养南销”的问题，致使无法充分开发我国北方市场。同时很多地区对鹅产品的生产加工还在以手工作坊式为主，小型企业以简单的初加工方式为主，导致工业化水平不高，降低了鹅加工产品所带来的收益<sup>[41]</sup>。与其他发达国家相比，我国对于鹅产业相关产品的加工技术还处于相对落后阶段，还未能充分利用鹅油、鹅血和羽绒下脚料等，对肉制品、鹅肥肝和鹅肉罐头等的生产技术还未成熟，不能充分发挥经济价值<sup>[42]</sup>。总的来说，鹅产业在加工环节面临产业化不足，规模化相对较低的问题，并且无法起到地区带头作用，生产技术和产品质量还有很大的上升空间。

## 2.3 我国鹅养殖业发展趋势

国外鹅养殖规模与我国相比不算大，但是国外鹅养殖的饲养管理水平较高，相关科技研究也更丰富。以匈牙利为首的东欧国家养鹅业最为发达，另外国外因具有鹅肥肝消费习惯而形成庞大的鹅肥肝市场，所以这些发达地区具有专门培育鹅肥肝的专用型良种配套系，同时还具有肉用鹅专用和烤鹅专用良种配套系。深加工可以充分发掘鹅的潜在价值，进一步增加经济效益，国外对鹅产品的后期深加工水平较高，对于鹅肉香肠、鹅肉罐头和肉馅等产品的加工技术也颇为成熟。所以我国养鹅业接下来便要向科技化、产业化、标准化和服务社会化方向发展，进行鹅科学研究，研发鹅产品深加工新技术，开拓我国鹅产品市场，从养鹅大国向着养鹅强国转变。

种鹅是鹅养殖业的基础，良种的数量和质量也直接影响鹅养殖业的发展速度和经济效益。我国鹅品种丰富，各个品种均有各自的优点，我国各地区需要不同的鹅种来满足当地的消费习惯，充分利用发挥各品种优点，通过科学的育种手段，建立良种配套体系，也是实现我国鹅养殖业高效收益的手段之一<sup>[43]</sup>。

目前我国肉鹅的养殖方式以放牧散养为主，具有放牧加补饲的特点，通过开发非常规饲料来进行营养调控，减少鹅产业饲养成本和提升利润空间具有广阔前景<sup>[44]</sup>。随着我国畜牧业的迅速发展，我国饲料原料已经出现紧缺的现象，现如今不仅大豆高度依赖国外进口，就连玉米的进口比例也在逐年升高，所以发展节粮型畜牧业也成为我国畜牧业的一个发展规划。合理地搭配鹅养殖业中的青绿饲料和精饲料比例，建立青绿饲料的高效利用方案有助于我国养鹅业的高效发展，也可以达到节约饲料资源和降低养殖成本的目标。

各地区的农业龙头企业应当充分发挥带头作用，以此来优化产业结构，形成完整的产业链，将分散的个体养殖户与市场相互连接起来，将小规模饲养向着大规模产业化发展<sup>[45]</sup>。基于龙头企业的带头作用，建造我国农业发展的新格局，可以最大化我国养鹅业的经济效益，提高我国养鹅业的竞争力。

我国鹅养殖业近年来已经具有一定的产业化和标准化，但在良种繁育、人才培养和粪污处理等方面还有待进一步提升，只有鹅养殖业的各个方面实现标准化，才能保证我国鹅养殖业的持续发展以满足我国日益扩大的鹅产品市场。

## 2.4 我国常见的鹅养殖方式

### 2.4.1 集约化养殖模式

我国养鹅业近十年随着社会经济和科学技术的提高也取得了蓬勃发展, 鹅的养殖规模和方式也发生了改变, 由传统的分散小群饲养开始向着集约化饲养过渡, 现在已有网上平养、舍饲地面平养和笼养等多种饲养方式<sup>[46]</sup>。舍饲可以进行半机械化或机械化生产, 可操控强, 便于管理, 从而可以较少劳动强度。同时舍饲可以使鹅的生产不受季节和当地气候等因素的影响, 全年均可生产。达代又等<sup>[47]</sup>的报告指出武冈铜鹅在进行舍饲饲养时的生长性能和肌肉品质更好, 可以提高养殖收益。但是舍饲往往会让鹅处于完全封闭的环境, 而鹅属于草食性水禽, 违背了鹅的天性, 并没有充分考虑动物的福利状况<sup>[48]</sup>。同时在封闭环境中需要时刻注意环境安全问题, 如果养殖户未能及时清除鹅的粪污, 很容易导致粪污滋生细菌, 造成疫病传染, 严重影响鹅生长生产和鹅产品质量。

网上平养就是在舍内搭建网床, 网床距离地面一定距离, 将鹅养殖在带有合适孔径的养殖用塑料网上, 同时可在网床上进行隔断分区饲养, 网床两侧和中间留有过道, 方便养殖人员进行饲养管理<sup>[49]</sup>。与地面平养相比, 粪污可以经由网眼掉落到地上, 养殖人员可以及时进行冲洗和清扫, 有效降低了疫病的发生率, 也有助于改善产品质量, 在我国禽养殖业中具有推广应用价值<sup>[50]</sup>。王惠影等<sup>[51]</sup>对地面平养和网上平养两种饲养方式在浙东白鹅养殖中的效果进行了比较分析, 结果表明在两种饲养方式下浙东白鹅的生长性能、屠宰性能和肉质均无显著差异, 但网上平养更加节约养殖空间并且生产成本也要显著低于地面平养。

图 2.4.1 鹅网床饲养模式<sup>[52]</sup>

Fig2.4.1 Goose net bed feeding mode

笼养就是将鹅饲养在金属笼内，饲养密度较高，金属笼底部的网眼可以让粪污及时掉落到地上，进行半机械化或机械化的清扫，同时填料和给水也可由机械完成，但是笼养模式成本较高<sup>[53]</sup>。目前笼养技术已经在其他禽业得到了广泛的应用，但由于饲养技术限制，并且鹅具有极其敏感且警觉的习性，空间和环境的改变会让其产生强烈的应激反应<sup>[54]</sup>。所以鹅的笼养技术还未发展成熟且受到很大限制，也会产生许多生产问题。孙俊峰等<sup>[55]</sup>的研究结果显示 3 周后的鹅会受到空间限制的影响而产生应激反应，导致鹅的生长性能和饲料转化率显著低于平养组，并且笼养鹅的死淘率显著高于平养组。潘建秋等<sup>[56]</sup>同样报道了笼养模式下的鹅死淘率高于地面平养，并且笼养组的饲料转化效率也极显著高于地面平养组。

## 2.4.2 生态养殖模式

随着我国畜牧业的高速发展和人民生活水平的提高，人民开始将关注重点转移到食品安全和质量安全上来，这也对畜禽养殖业提出了更高标准的要求。2016 年我国农业部印发《全国食草畜牧业发展规划（2016~2020 年）》，要求对我国畜牧业结构进行调整，大力发展食草型畜牧业，构建农牧结合、节约饲料资源的绿色生态循环畜牧业体系<sup>[57]</sup>。鹅作为一种食草水禽，具有耐粗饲和适应环境能力强的优点。可以采用生态养殖模式在自然环境下进行饲养，减少环境污染，也有效防止疫病传播，同时鹅在相对优良的环境中饲养也有效提高了鹅肉和其他加

工产品质量。另一方面，我国耕地资源紧缺，后备耕地资源有限，生态养殖模式下的养鹅业可以利用林地、鱼塘和玉米田等进行饲养，充分利用和节约了土地资源，同时也降低了养殖成本，提高了经济效益。现如今，我国各地比较常见的生态养殖模式有发酵床饲养、林下饲养、鹅鱼立体养殖和玉米田间放养等多种模式。

发酵床的养殖技术结合了现代微生物发酵处理技术，先后应用在猪、鸡和鸭等养殖业中。与传统养殖模式不同，在水禽养殖业中应用发酵床是一种新型、环保、安全且有效的生态养殖技术<sup>[58]</sup>。鹅发酵床的建设与其他畜禽养殖业相比相对简便，垫料中的微生物对落在发酵床上的鹅粪便可以起到充分分解的作用<sup>[59]</sup>，保持了鹅羽毛的清洁，减少了异味的产生，并且鹅粪经过处理后可用作种植业中的有机肥料。李琴等<sup>[60]</sup>比较了放养、网上平养和发酵床三种饲养模式对四川白鹅的影响，结果发现发酵床饲养对生长性能和屠宰性能有积极影响，并且可以改善羽毛生长和腿部健康。

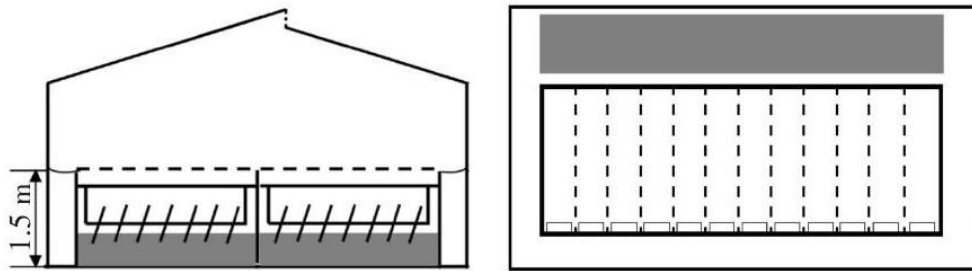


图 2.4.2 网上发酵床养殖模式结构图<sup>[61]</sup>

Fig2.4.2 Structure diagram of fermentation bed culture model on net

林下养鹅也是一种新型的生态养殖模式，将鹅群放牧到林间或者果林等地进行饲养。放牧时间随鹅日龄的增长而逐渐增加，以林地中的杂草作为一部分饲料，极大节约了养殖中的饲料成本，也起到了清除杂草的作用。鹅粪便也可以作为有机肥料为林地利用，充分地利用了林地资源，节约了我国土地资源，是一种将绿色生态、经济和社会效益结合到一起的养鹅模式<sup>[62]</sup>。



图 2.4.3 鹅林下放养模式图<sup>[63]</sup>

Fig2.4.3 Pattern diagram of stocking of geese under forest

玉米田间放养是一种适合我国北方寒冷地区,将鹅养殖业和玉米种植业相结合的一种种养结合的绿色生态养殖技术。与传统的单一动物养殖或作物种植模式相比,种养结合的生态养殖模式具有降低饲养成本和保护生态环境的主要优势<sup>[64]</sup>。鹅在玉米田间以玉米植株基部叶片和田间杂草为主要青绿饲料来源,丰富了食物种类,降低饲养成本,有效控制玉米田间杂草的数量,减少了农药和除草剂的使用,也是一种有效地生物除草农业模式<sup>[65]</sup>。同时增加了玉米田间的通风性,利于玉米的生长发育,鹅粪便实现了就地还田,增加了土壤肥力,也减少了化肥的使用,进一步节约了养殖成本。这种养殖模式高效利用了玉米田间资源,也合理地解决了畜禽养殖业中因粪污造成的环境污染问题。过去几年里,玉米田间放养模式已在东北多个农场和地区进行了示范推广,取得了良好的效果,据统计每亩进行鹅放养的玉米田可增加 1200 元左右的经济收益<sup>[66]</sup>。玉米田间放养已然成为了一种遵循生态规律,将生物安全生产、环境保护和资源利用等融为一体的绿色可持续发展养殖模式。

图 2.4.4 玉米田间放养模式图<sup>[67]</sup>

Fig2.4.4 Pattern diagram of corn field stocking

## 第3章 鹅肠道微生物研究进展

### 3.1 肠道微生物的概述

#### 3.1.1 肠道微生物概念

肠道是动物机体内营养物质消化吸收的重要器官,其中存在着一个庞大复杂的微生物群落。动物肠道中的微生物群落主要由细菌、真菌和古菌三者组成,肠道中的主要定植者则是细菌,通常被称为肠道菌群<sup>[68]</sup>。肠道中的细菌按定植能力可分为三大类,第一类主要为专性厌氧菌,在肠道中的密度较高,占到了细菌数量的80%左右;第二类是暂时在动物肠道中定植,密度较低,大多是需氧细菌和兼性厌氧细菌;第三类细菌则是无法在肠道中定植或动物机体并不需要,可以随着粪便排出体外<sup>[69]</sup>。

#### 3.1.2 肠道微生物特点

肠道微生物群落是一个动态且极其复杂的系统,当肠道微生物群落处于动态平衡时,机体无不良反应,并对肠道健康、新陈代谢和免疫调节等诸多方面具有积极作用。但当肠道微生物失衡时,肠道中的一些致病细菌可能导致动物机体产生疾病。

宿主本身和外界环境等多种因素都会对机体肠道微生物结构组成造成影响,现如今大家普遍认为宿主的饮食结构、生理状态、生存环境和宿主基因型是影响肠道微生物群落结构的主要原因。而宿主的日常饮食结构是对肠道微生物群落结构及组成产生影响的最重要的一个因素<sup>[70]</sup>。畜禽的日常饮食结构包括组成饲料的原料和饲料添加剂。有研究指出鸡回肠和盲肠中的肠道微生物群落更易受到饲料组成的影响<sup>[71]</sup>。Sonnenburg 等<sup>[72]</sup>在研究中提出如果日粮中的纤维含量不足会减少肠道中微生物群落的多样性,并且微生物群的碳水化合物降解能力会逐渐降低。

除了饲料因素外,日龄和饲养环境也会对肠道微生物群落产生显著性影响。目前也有大量研究表明,家禽肠道内菌群种类会随着日龄的增加而逐渐变得复杂多样,并且肠道菌群会呈现一定的规律性变化<sup>[73]</sup>。不同地区,不同饲养条件下的

畜禽肠道微生物群落结构也会产生一定变化,如果饲养环境恶劣,会导致环境中病原微生物大量繁殖,可能会导致畜禽肠道菌群中致病菌或病原菌数量增多,导致肠道菌群稳态发生紊乱从而造成疫病的发生。已有报告指出,如果家禽处于高温的环境中,会引起家禽的肠道黏膜结构发生变化,导致病原菌大量繁殖<sup>[74]</sup>,降低肠道内消化酶活性,破坏肠道菌群,抑制有益菌的增殖,从而对家禽的生长性能和消化效率产生严重影响。因此肠道微生物的稳态对于机体的健康起着至关重要的作用,两者互相影响又互相产生作用。

### 3.2 鹅肠道微生物的结构

鹅属于卵生动物,与哺乳动物相比,胚胎的发育过程是在蛋内进行的,营养物质依靠蛋内的蛋黄提供,因而雏鹅出壳后并不依赖母体提供营养物质。此外,在鹅的胚胎发育时期,蛋壳内存在水平极低的微生物,并且会随着胚胎发育被机体的免疫机制清除殆尽。当雏鹅出壳后肠道内也是无菌的,随着禽类的生长发育,逐渐接触饲料、空气和饮水等外界环境因素中的菌群,进入禽类消化道内的细菌与宿主进行识别适应等作用后便在消化道内定植,逐渐组成了禽类消化道内的微生物群落<sup>[75]</sup>。

与哺乳动物的肠道相比,禽类的肠道较短,随着日龄的增加,禽类的肠道内的微生物群落物种也在不断地丰富。盲肠是禽类进行食糜发酵的重要部位,所以与禽类其他肠段中菌群多样性和相对丰度相比,盲肠中的更加复杂明显,对于盲肠的研究更加受到各个学者的青睐。由于禽类各肠段的生理机能不同,小肠是禽类营养物质消化吸收的主要场所,盲肠是对食糜和小肠无法消化物质进行发酵的场所,这也导致了各个肠段肠道菌群的组成存在许多差异。

鹅肠道菌群的数量和类型随着生长发育始终处于动态变化中。在鹅5日龄左右时,肠道内的微生物群落开始迅速繁殖,细菌在鹅消化道内各个部位开始定植过程,在到达46日龄时细菌的定植过程已基本结束,鹅十二指肠的优势菌群是乳杆菌,空肠优势菌群是真杆菌,回肠和盲肠的优势菌群是肠球菌<sup>[76]</sup>。鹅的不同肠段之间的肠道微生物丰富度也不同,厚壁菌门和拟杆菌门相对丰度之和在鹅盲肠中最高,而在包括结肠的5个肠段中,鹅回肠的菌群种类最少,十二指肠和空肠的肠道微生物组成相近,盲肠和结肠的肠道微生物组成同样相近<sup>[77]</sup>。值得一提

的是回肠不同部位的肠道菌群也存在较大差异,回肠前端的肠道微生物数量较少,而回肠后端因更适合细菌的繁殖导致肠道微生物数量较多。

### 3.3 肠道微生物功能

肠道微生物群落是一个动态且复杂的系统,同时具有独特的功能作用,其在消化道中的定植繁殖过程已与宿主形成了一种共生关系。肠道菌群与宿主的消化道细胞互相作用,在宿主的许多生命过程中发挥着关键的作用,包括免疫功能、营养物质消化吸收、物质代谢和器官发育,也对外来致病菌起着抵抗作用。

#### 3.3.1 促进肠道发育和调节肠道屏障的功能

肠道发育对动物机体的生长发育和健康状况具有重要影响,已经有大量研究证据表明动物机体肠道微生物群落参与了机体肠道发育的过程。家禽肠道中共生益生菌可以在肠道中进行发酵作用,产生乙酸盐和丁酸盐等短链脂肪酸(Short-Chain Fatty Acids, SCFAs),可以刺激肠道上皮细胞的增殖和分化,促进肠道的发育<sup>[78]</sup>。吴娟娟等<sup>[79]</sup>在肉鸡饲料中添加乳酸菌液和盲肠内容物,结果表明仔鸡小肠的隐窝深度显著低于对照组,绒毛高度也高于对照组。说明肠道微生物对动物机体肠道的发育具有促进作用。

肠道屏障主要包括黏膜屏障、机械屏障、免疫屏障和微生物屏障,其中微生物屏障主要指的就是肠道菌群,此外肠道菌群通过免疫、营养消化等途径参与其他肠道屏障的构建来共同发挥作用。肠道菌群会与肠道上皮细胞紧密连接来协助肠道机械屏障的形成,此外肠道菌群会减少肠道上皮细胞的损伤<sup>[80]</sup>,起到了对上皮细胞的保护作用,加强了肠道机械屏障的功能。肠道黏膜屏障又称为化学屏障,主要由一些消化液和消化酶组成,肠道菌群会参与或产生一些代谢物,比如胆盐水解酶、SCFAs和有机酸等,来抑制病原菌在肠道内的繁殖,促进肠道黏膜屏障功能。肠道菌群也会与肠道上皮潘氏细胞分泌的抗菌肽一起参与肠道黏膜屏障的形成。有相关研究提出肠道内肠道菌群的失调会导致肠道黏膜屏障功能的明显下降,从而增加致病菌的繁殖,破坏肠道健康和屏障功能<sup>[81]</sup>。

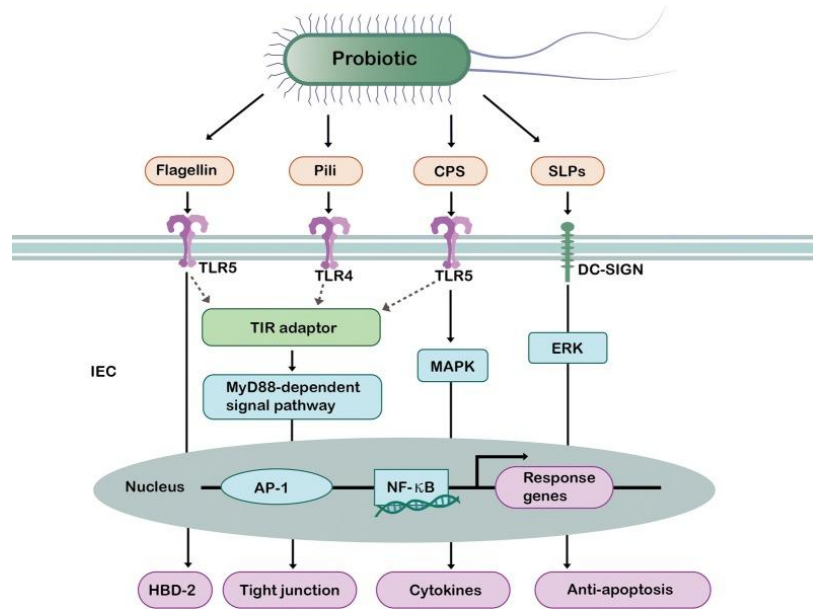


图 3.3.1 肠道益生菌表面分子对肠上皮屏障的影响<sup>[82]</sup>

Fig3.3.1 Effects of surface molecular of probiotics on intestinal epithelial barrier.

### 3.3.2 免疫相关功能的调节

肠道是动物机体内最大的免疫器官，家禽的肠道免疫系统主要由肠道黏膜、肠道上皮细胞和共生菌等其他部分组成。其中肠道菌群是家禽免疫功能启动的重要因素和调节因子<sup>[83]</sup>，并且肠道菌群对宿主免疫系统的形成和功能发挥具有促进作用，有利于维持宿主的机体健康。

肠道细菌本身具有鞭毛或荚膜等特殊构造，这些特殊结构常用作抗原来诱导机体局部或系统产生特异性免疫应答。此外，肠道菌群可以对免疫系统中的免疫调节因子产生影响，比如促进分泌型免疫球蛋白 A（Secretory Immunoglobulin A, SIgA）等的分泌，从而对宿主的免疫功能产生调节作用。已有相关研究表明，肉鸡饲料中添加枯草芽孢杆菌可调节肠道菌群的组成并且促进肠道黏膜紧密连接蛋白的基因表达，从而对肉鸡的免疫功能产生调控作用<sup>[84]</sup>。肠道菌群的代谢产物，比如包括乙酸和丁酸等的 SCFAs 已被确定是具有抗炎免疫作用的有益物质<sup>[85]</sup>，也可参与调节肠上皮细胞，并通过多种途径在肠道免疫中发挥重要功能。除此之外，肠道菌群还可以促进宿主免疫器官的发育成熟，免疫器官的发育情况也是衡量机体免疫功能水平的指标。郭瑞萍<sup>[86]</sup>等在肉鸡饲料中添加枯草芽孢杆菌的结果发现，肉鸡的免疫器官指数显著上升，提高了机体的免疫功能。综上，肠道菌群在调节畜禽的免疫功能方面具有重要作用。

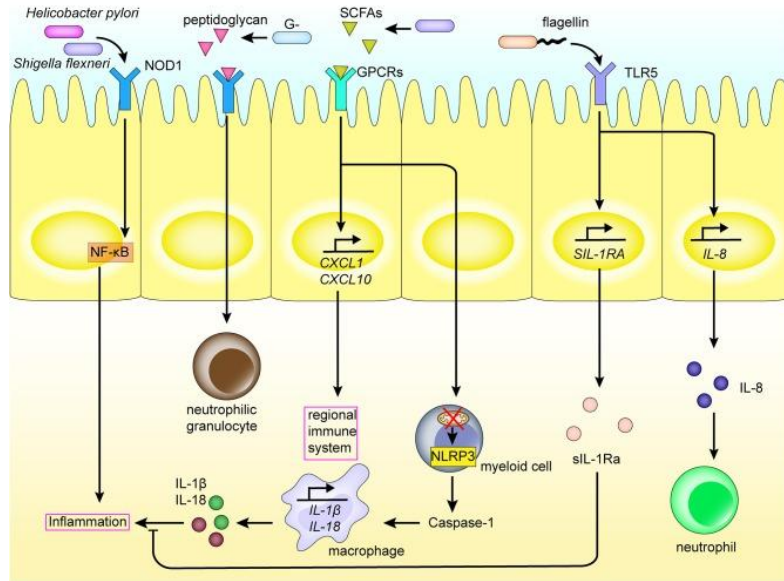


图 3.3.2 肠道菌群及其代谢物与肠道中区域免疫系统的互相作用<sup>[87]</sup>

Fig3.3.2 Intestinal flora and metabolites interact with the regional immune system in the intestinal tract.

### 3.3.3 与营养物质的代谢过程有关

肠道是动物机体进行营养物质消化吸收的主要场所，可以进行碳水化合物、蛋白质和脂肪酸等营养物质的吸收。肠道菌群除了参与免疫功能、生长发育等作用外，还会参与肠道内营养物质的消化代谢过程，从而对机体对营养物质的吸收效率有促进作用。

1) 参与碳水化合物的代谢过程。碳水化合物是为机体正常生理功能提供能源的主要物质，肠道菌群通过糖酵解和磷酸戊糖的途径来参与糖类的代谢过程。对于饲料中大部分的碳水化合物宿主可以进行消化吸收，对于一些复杂的多糖等碳水化合物就需要由后肠段中的肠道菌群进行发酵，分解成可以被机体消化吸收利用的 SCFAs。一些研究结果发现，肠道菌群中的乳酸菌具有碳源转运系统，乳酸双歧杆菌能发酵低聚果糖等，部分拟杆菌门中包含多糖裂解酶和水解酶等的基因<sup>[88]</sup>，可以证明肠道菌群能够参与复杂多糖的消化利用，并产生了促进作用。

2) 参与蛋白质的代谢过程。蛋白质是动物机体的重要营养源，参与组织和细胞等的修复和合成，日粮摄入和机体合成产生的蛋白质均可以被肠道菌群分解利用。肠道细菌自身可以产生蛋白酶和肽酶，将蛋白质降解成可被机体消化吸收的小肽或氨基酸等物质，以此来参与机体内蛋白质的代谢过程。此外，肠道菌群

参与蛋白质在机体内代谢过程的另一方面就是肠道菌群具有与蛋白质代谢相关的大量基因，可以调节相关基因的表达量来调控蛋白质的代谢过程<sup>[89]</sup>。

3) 参与脂类的代谢过程。脂类的消化吸收主要部位是在小肠，肠道菌群产生的胆汁酸并通过 G 蛋白偶联受体等对脂质的代谢起到一定调控作用<sup>[90]</sup>。肠道菌群对机体其他组织如肝脏或鸡肉等中的脂质代谢也具有调控作用，并对机体的生长发育产生影响。除此之外，肠道菌群还可以调节脂质代谢相关基因的表达。肠道菌群参与脂质代谢的另一种途径就是参与肝脏中甘油三酯（TG）的合成，从而对机体脂肪的沉积产生影响。

此外，肠道菌群还参与维生素和矿物质元素的合成代谢过程，大多数水溶性 B 族维生素和维生素 K 可以由肠道菌群合成。肠道菌群还参与到矿物元素的代谢过程，将矿物元素转化到更易被吸收的离子形式。

## 第二篇 研究内容

### 第1章 种养结合养殖模式对籽鹅生长发育和屠宰性能的影响

我国作为世界上规模最大的鹅生产国和消费国，鹅肉产量在全世界中的占比超过 90%<sup>[91]</sup>，中国的养鹅业也从原始的饲养传统向集约化、规模化方向发展。吉林省养鹅业经过多年的发展，也逐步形成了一定规模，成为了吉林省农业的主要组成部分之一。近年来，我国禽类养殖业因不断上升的饲料原料价格而受到冲击和挑战，饲料价格的上涨也导致禽类的生产成本达到了一个较高的水平，而饲料成本约占到家禽生产成本的 70%左右<sup>[92]</sup>。

玉米叶片的光合作用在玉米籽粒的成熟期发挥着重要的作用，但玉米植株基部叶片对籽粒贡献最小<sup>[93]</sup>，同时玉米叶中因粗蛋白和粗纤维的含量较高，含有丰富的营养和可利用的化学成分，也是我国养殖业中主要粗饲料原料之一<sup>[94]</sup>。鹅作为草食性水禽，其消化系统具有可以充分分解高纤维等粗饲料的特点，并且主要由消化道微生物分泌纤维素降解酶和半纤维素降解酶<sup>[95]</sup>，对粗饲料有良好的利用率和适应性，可以采食包括玉米叶片在内的粗饲料和农副产品进而替代部分饲料原料<sup>[96]</sup>。而且与鸡鸭相比，鹅对饲料中粗纤维含量有最低需求，如果饲喂纤维含量较低的饲料，则会导致鹅生长速度下降以及死亡率的增加<sup>[97]</sup>。

因此，本篇旨在减少籽鹅 10%的饲料供给情况下，探讨玉米田间放养对籽鹅生长性能和屠宰性能影响，以期减少养鹅生产中饲料投入量，降低饲养成本，为下一步种养结合绿色生态循环模式的示范推广提供依据。

#### 1.1 材料与方 法

##### 1.1.1 试验动物及分组

试验动物籽鹅来源于吉林省九州飞鹅牧业科技有限责任公司。选取 120 只 56 日龄且体重相近的健康雌性籽鹅，随机分为对照组（Control group, CG）和玉米田间放养试验组（Corn field, CF），每组各 3 个重复，每个重复各 20 只籽鹅。



对照组籽鹅正常棚舍圈养（简称棚饲），试验组籽鹅进行玉米田间放养。本试验方案均经吉林大学动物科学学院伦理委员会审核批准（审批编号：SY202105020）。

### 1.1.2 饲养管理

试验玉米田地点位于吉林大学农业实验基地，用高 50~60 cm 的镍铬网围成 3 亩（2000 m<sup>2</sup>）的玉米田进行试验组籽鹅放养，放养密度为 0.03 只/m<sup>2</sup>。根据前期预试验结果，试验组于玉米吐丝期（2021 年 8 月 7 日）开始进行玉米田间放养，试验期为 56 天，饲养试验于 2021 年 10 月 2 日结束。

种植的玉米品种为富民 985。按照籽鹅的饲养标准给予配合饲料，试验组日粮与对照组相同，每只补饲量与对照组相比减少 10%，基础日粮配方及营养水平见表 1.1。根据前期预试验结果，试验组于玉米吐丝期进行放养。

表 1.1 试验日粮组成成分及营养水平（%）

Table 1.1 Ingredient and nutrient levels of the experimental diets

成分 Ingredient	含量 Content	营养水平 Nutrient levels <sup>2</sup>	含量 Content
玉米 Corn	50.80	代谢能 ME/ (MJ · kg <sup>-1</sup> )	10.85
豆粕 Soybean meal	18.95	粗蛋白质 CP	17.16
玉米蛋白粉 Corn protein meal	4.15	粗纤维 CF	5.88
麦麸 Wheat bran	7.20	粗灰分 Crude ash	5.08
米糠 Rice bran	10.90	钙 Ca	0.80
石粉 Limestone	1.70	总磷 TP	0.37
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.80	蛋氨酸 Met	0.35
氯化钠 NaCl	0.35	赖氨酸 Lys	0.65
蛋氨酸 Met	0.15		
赖氨酸 Lys	0.25		
胆碱 Choline	0.15		
预混料 Premix <sup>1</sup>	2.00		
合计 Total	100.00		

注：1.每千克预混料中提供维生素 A 15 000 IU、维生素 D<sub>3</sub> 2 500 IU、维生素 E 20 mg、维生

素 K<sub>3</sub> 2 mg、维生素 B<sub>1</sub> 1.6 mg、维生素 B<sub>2</sub> 6.5 mg、维生素 B<sub>6</sub> 3.25 mg、维生素 B<sub>12</sub> 0.15 mg、烟酸 28 mg、泛酸 8 mg、叶酸 0.8 mg、生物素 75 μg、Fe 50 mg、Cu 4 mg、Zn 50 mg、Mn 80 mg、I 1.3 mg、Se 18 mg。2.营养水平均为计算值。

### 1.1.3 样本采集

饲养试验结束后，每组随机选取 10 只籽鹅进行后续屠宰试验，屠宰前称量终末体重（FBW），屠宰前翅静脉采血分装于 2 mL 离心管中，室温静止 10 min，3000 r/min 离心 10 min，收集血清，-20 °C 冰箱中保存。籽鹅颈部放血处死后进行解剖，按照《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》（NY/T 823—2004）测定籽鹅屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、腿肌重和腹脂重，解剖后取心脏、肝脏（去胆囊）、脾脏、肾脏（两侧）、腺胃（去内容物）和肌胃（去角质层、脂肪及内容物）后测定重量。

### 1.1.4 生长性能及屠宰性能测定

根据称量的终末体重（FBW），计算平均日增重（ADG），并计算平均日采食量（ADFI）和料肉比（F/G），相关计算方法如下：

平均日增重（ADG）：正试期开始称量体重作为始重，终末体重与始重的差值除以试验天数即为平均日增重。

平均日采食量（ADFI）：试验期内籽鹅消耗饲料总量与试验天数的比值。

料肉比（F/G）：即饲料转化率（FCR），平均日采食量和平均日增重的比值。

根据称量的籽鹅屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、腿肌重和腹脂重来计算屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率，计算公式如下：

$$\text{屠宰率 (\%)} = [\text{屠体重 (g)} / \text{宰前活重 (g)}] \times 100$$

$$\text{半净膛率 (\%)} = [\text{半净膛重 (g)} / \text{宰前活重 (g)}] \times 100$$

$$\text{全净膛率 (\%)} = [\text{全净膛重 (g)} / \text{宰前活重 (g)}] \times 100$$

$$\text{胸肌率 (\%)} = [\text{两侧胸肌重 (g)} / \text{全净膛重 (g)}] \times 100$$

$$\text{腿肌率 (\%)} = [\text{两侧腿肌重 (g)} / \text{全净膛重 (g)}] \times 100$$

$$\text{腹脂率 (\%)} = [\text{腹脂重 (g)} / \text{全净膛重 (g)}] \times 100$$

### 1.1.5 脏器指数的测定

根据称量的心脏、肝脏（去胆囊）、脾脏、肾脏（两侧）、腺胃（去内容物）和肌胃（去角质层、脂肪及内容物）的重量计算脏器指数，计算公式如下：

$$\text{脏器指数 (\%)} = [\text{脏器重量 (g)} / \text{宰前活重 (g)}] \times 100$$

### 1.1.6 血清生化检测

血清总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）和球蛋白（GLB）的浓度使用全自动生化分析仪来进行测定，根据白蛋白和球蛋白数值计算白球比（A/G）。

### 1.1.7 数据处理与统计分析

使用 Excel 2019 软件处理试验数据，使用 SPSS 26 中的独立样本 t 检验进行差异性分析，数据以“平均值±标准差”表示， $P < 0.05$  代表差异显著， $P < 0.01$  代表差异极显著。

## 1.2 结果

### 1.2.1 玉米田间放养对籽鹅生长性能的影响

由表 1.2 可知，试验组籽鹅终末体重和平均日增重均高于对照组，但两组间差异不显著（ $P > 0.05$ ），而平均日采食量和料肉比试验组均显著低于对照组（ $P < 0.05$ ）。

表 1.2 玉米田间放养对籽鹅生长性能的影响

Table 1.2 Effects of corn stocking on the growth performance of Zi goose

项目	对照组	放养试验组	P 值
Items	Control group	Corn field	P-Value
终末体重 FBW/ g	3580.000±424.717	3625.882±306.657	0.730
平均日增重 ADG/ (g·d <sup>-1</sup> )	21.257±4.875	21.809±3.114	0.774
平均日采食量 ADFI/ (g·d <sup>-1</sup> )	142.870±4.366 <sup>b</sup>	128.580±3.967 <sup>a</sup>	0.014
料肉比 (F/G)	6.727±0.210 <sup>b</sup>	5.870±0.244 <sup>a</sup>	0.011

注：a,b 表示如果在同一行内有不同上标，则表示有显著性差异（ $P < 0.05$ ）A,B 表示如果在

同一行内有不同上标，则表示有极显著性差异 ( $P<0.01$ )；无字母则表示显著性不差异 ( $P>0.05$ )。下同。

### 1.2.2 玉米田间放养对籽鹅屠宰性能的影响

由表 1.3 可知，试验组籽鹅屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重、屠宰率、半净膛率和全净膛率均极显著高于对照组 ( $P<0.01$ )，腿肌重和腹脂重显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。试验组籽鹅胸肌率和腹脂率高于对照组，腿肌率要低于对照组，两组间差异均没有显著差异 ( $P>0.05$ )。

表 1.3 玉米田间放养对籽鹅屠宰性能的影响

Table 1.3 Effects of corn stocking on the slaughter performance of Zi goose

项目 Items	对照组 Control group	放养试验组 Corn field	P 值 P-Value
屠体重 Carcass weight / kg	2.933±0.240 <sup>B</sup>	3.243±0.100 <sup>A</sup>	0.003
半净膛重 Half-eviscerated weight / kg	2.468±0.193 <sup>B</sup>	2.847±0.092 <sup>A</sup>	< 0.001
全净膛重 Eviscerated weight / kg	2.193±0.187 <sup>B</sup>	2.546±0.097 <sup>A</sup>	< 0.001
胸肌重 Breast weight / kg	0.378±0.041 <sup>B</sup>	0.441±0.025 <sup>A</sup>	0.001
腿肌重 Thigh weight / kg	0.357±0.042 <sup>b</sup>	0.393±0.024 <sup>a</sup>	0.031
腹脂重 Abdominal fat weight / kg	0.069±0.016 <sup>b</sup>	0.094±0.009 <sup>a</sup>	0.046
屠宰率 Slaughter percentage / %	85.369±1.014 <sup>B</sup>	86.633±0.353 <sup>A</sup>	0.003
半净膛率 Half-eviscerated percentage / %	71.905±2.436 <sup>B</sup>	76.056±1.262 <sup>A</sup>	< 0.001
全净膛率 Eviscerated percentage / %	63.880±2.970 <sup>B</sup>	67.975±1.725 <sup>A</sup>	0.001
胸肌率 Breast percentage / %	17.281±1.780	17.359±1.124	0.908
腿肌率 Thigh percentage / %	16.276±1.263	15.452±0.828	0.102
腹脂率 Abdominal fat percentage / %	3.150±0.599	3.650±0.375	0.207

### 1.2.3 玉米田间放养对籽鹅脏器指数的影响

由表 1.4 可知，试验组籽鹅肝脏指数极显著低于对照组 ( $P<0.001$ )。心脏指数、脾脏指数、肾脏指数和腺胃指数试验组低于对照组，但差异不显著 ( $P>0.05$ )。而试验组籽鹅肌胃指数虽与对照组相比无显著差异 ( $P>0.05$ )，但要高于对照组。

表 1.4 玉米田间放养对籽鹅脏器指数的影响 (%)

Table 1.4 Effects of corn stocking on the organ indexes of Zi goose (%)

项目	对照组	放养试验组	P 值
Items	Control group	Corn field	P-Value
心脏指数 Heart index	0.781±0.047	0.775±0.091	0.855
肝脏指数 Liver index	2.076±0.137 <sup>A</sup>	1.411±0.085 <sup>B</sup>	< 0.001
脾脏指数 Spleen index	0.073±0.010	0.070±0.009	0.684
肾脏指数 Kidney index	0.483±0.064	0.460±0.046	0.095
腺胃指数 Proventriculus index	0.369±0.050	0.319±0.044	0.070
肌胃指数 Gizzard index	2.799±0.230	3.065±0.289	0.061

### 1.2.4 玉米田间放养对籽鹅血清生化指标的影响

由表 1.5 可知, 试验组籽鹅血清中的总蛋白、白蛋白和球蛋白含量均高于对照组, 但两组间均无显著差异 ( $P>0.05$ ), 白蛋白和球蛋白含量的比值两组间也无显著差异 ( $P>0.05$ )。

表 1.5 玉米田间放养对籽鹅血清生化指标的影响

Table 1.5 Effects of corn stocking on the serum biochemical parameters of Zi goose

项目	对照组	放养试验组	P 值
Items	Control group	Corn field	P-Value
总蛋白 TP / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	41.600±3.183	43.840±1.698	0.214
白蛋白 ALB / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	11.517±0.864	12.033±0.831	0.316
球蛋白 GLB / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	30.180±2.516	31.940±1.713	0.232
白球比 (A/G)	0.380±0.030	0.380±0.027	1.000

## 1.3 讨论

目前, 鹅的笼养技术还不成熟, 多采用散养, 因此, 只能以不同重复为单位进行生长性能相关指标测定和分析, 所以本试验以每个重复为单位获得平均日采食量和料肉比数据后, 进行差异性分析。本试验中, 试验组籽鹅终末体重和平均日增重均高于对照组, 乔雪<sup>[98]</sup>的研究中也报道了相似的结果。同时试验组平均日

采食量和料肉比均要显著低于对照组,造成此结果的原因可能是试验组籽鹅摄入了更多粗纤维,从而导致饲料消化效率与对照组相比有所提高, Li 等<sup>[99]</sup>在研究中报道了相似的结果,同样有研究指出<sup>[100]</sup>在饲料中添加富含粗纤维的饲料原料可以提高鹅的饲料消化效率。

禽类的屠宰性能指标是评价机体营养状况的重要参考标准,可以直观的反应机体的产肉性能,是品种选育及鉴定工作的重要依据,也是动物育种中经济效益的重要指标之一。一般认为屠宰率在 80%以上、全净膛率在 60%以上的禽类产肉性能良好<sup>[101]</sup>。试验组籽鹅的屠体重、半净膛重、全净膛重、胸肌重均极显著地高于对照组,腿肌重和腹脂重显著高于对照组。同时,屠宰率、半净膛率和全净膛率也极显著高于对照组,这与王迪等<sup>[102]</sup>研究结果基本一致。禽类的腹部是积蓄脂肪和储存能量的主要部位,而脂肪的沉积量主要受饲料中蛋白质、能量和纤维素等营养素的影响<sup>[103]</sup>,而且罗旭等<sup>[104]</sup>也在研究中指出高纤维粗饲料的会提高鹅的屠宰性能。Boz 等<sup>[105]</sup>的研究结果指出了牧场饲养的鹅与集约化饲养的鹅相比有更好的生长性能以及相似的屠宰性能。但本研究是在减少 10%饲料量的情况下,试验组籽鹅仍能获得显著优于对照组的生长性能及屠宰性能,这说明玉米田间放养模式下,籽鹅通过采食玉米叶片补充营养物质,节约饲料用量的同时增加了食物多样性,提升了饲料转化效率。

血清生化指标是反映动物机体内营养水平和健康状况的一个重要综合指标,也作为动物组织器官机能状态变化的一个重要特征<sup>[106]</sup>。血清中总蛋白的含量是白蛋白和球蛋白含量之和,白蛋白有着维持血浆胶体渗透压平衡的作用,在体内代谢物质的运输以及组织修复方面也有着重要的作用<sup>[107]</sup>,球蛋白主要由机体的免疫器官产生,含量可以反映机体的免疫力,当机体受到病原体攻击时,免疫系统就会大量产生球蛋白<sup>[108]</sup>。本试验中,试验组籽鹅血清中的总蛋白、白蛋白和白球比与对照组相比均无显著性差异;但是与对照组相比,试验组籽鹅球蛋白含量高于对照组,一般认为,血清中球蛋白含量高于健康机体血清中球蛋白含量范围可认为是机体出现健康问题,目前并没有健康鹅机体血清球蛋白范围来供判断<sup>[109]</sup>,虽然试验组籽鹅球蛋白含量升高,但在屠宰中两组鹅均未发现病变个体,所以基本排除由于病理状态导致的籽鹅球蛋白含量升高,说明在日粮降低 10%的条件下,通过田间放养补充了部分营养物质,并没有对试验组籽鹅的健康产生

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/908001140004006040>