

第四届养猪集团领导人论坛

陕西生猪产业现状与秦川黑猪新品种培育

汇报人：孙世铎 教授

2023.03.05 海南

提纲



一

产业发展优势

二

产业发展现状

三

未来发展趋势

四

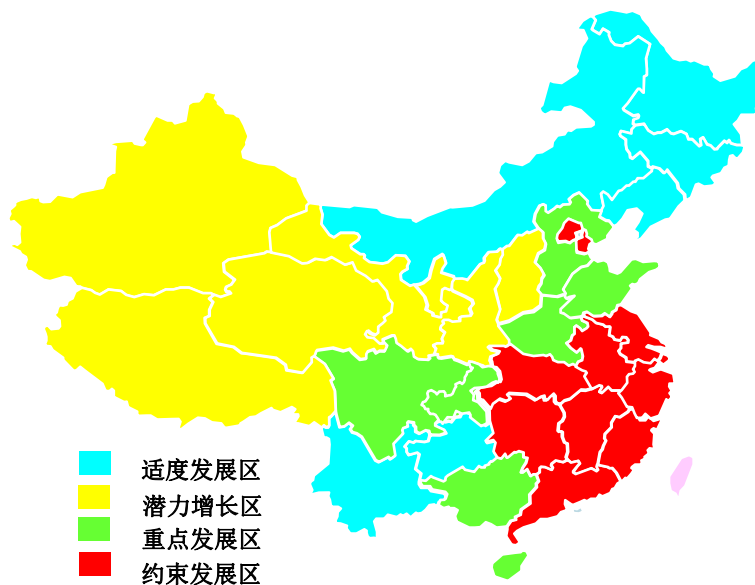
秦川黑猪培育背景

五

秦川黑猪培育主要进展

一、产业发展优势

- 在生猪产业战略布局中，陕西位置优势显著。国家生猪产业布局正由南向北、由东向西转移，西北地正在成为国家生猪产业的主产区。陕西是西北的门户，具有明显的位置优势。



- 与中东部省区相比，陕西地广人稀少、人口密度小、生物安全优势显著。陕西省总面积205624.3km²，人口3954万人，密度为192.3人/km²，远远低于中东部省份。另外，高原占全省面积的45%，高原地区通风性好。



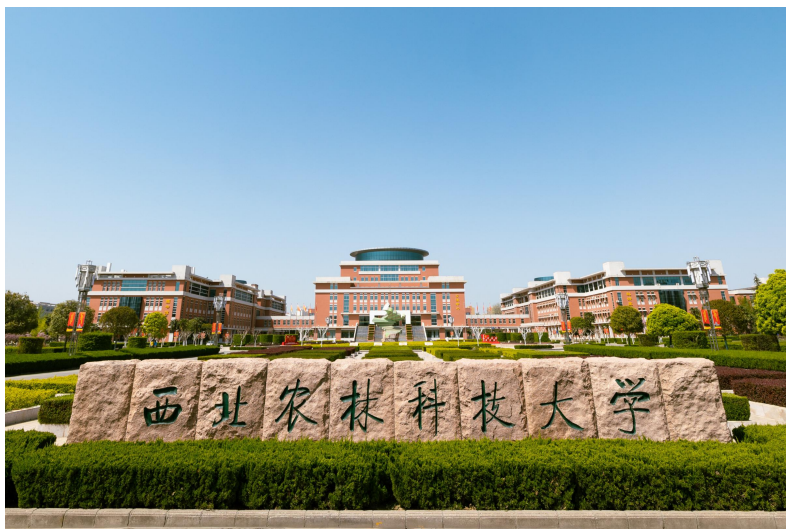
- 陕西气候相对干燥、地势相对高造，玉米和小麦等霉变少、饲料资源质量优势显著。高质量的饲料资源、丰富的营养，是生猪产业发展的物质基础。受自然气候和地理位置影响，陕西省饲料粮质量好。



- **陕西猪种资源丰富，品种优势显著。**拥有八眉猪和汉江黑猪等国家级保护地方猪品种，汉中白猪和关中黑猪等培育品种。安康阳晨和城固顺鑫等公司的大白猪等外来品种，质量好。



- **陕西高校和研究院多，科研教育人才优势显著。**拥有西北农林科技大学和杨凌农业职业技术学院等高等学府，为生猪产业发展提供了坚实的技术和人才保障。

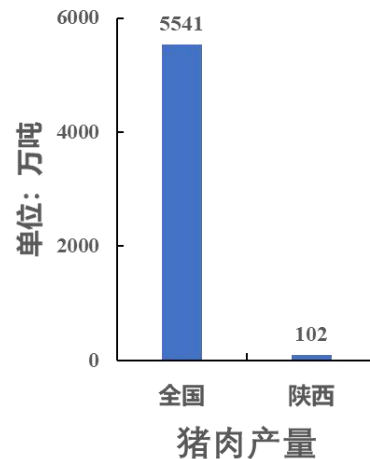
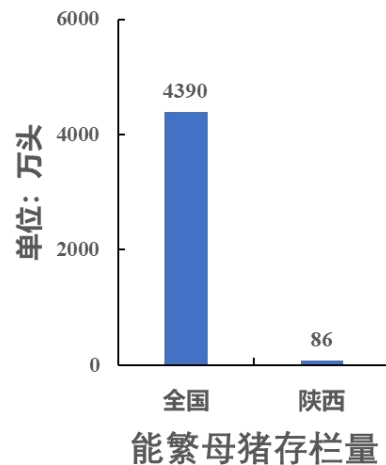
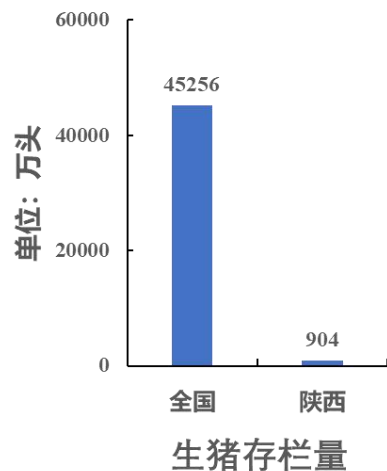
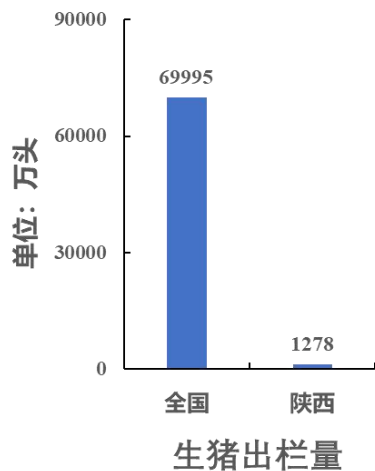


- **陕西是国家实施西部大开发的排头兵，政策优势显著。先后设立了杨凌高新农业产业技术示范区、国家“一带一路”国际农业标准化合作示范区、我国唯一的农业自贸区——陕西自贸区杨凌片区等。**



二、产业发展现状

➤ 2022年，陕西省生猪出栏**1278**万头，生猪存栏**904**万头，能繁母猪存栏**86**万头，猪肉产量**102**万吨，整体约占全国的**2%**。



- 近年，陕西省本土涌现出了石羊集团和陕西正能等一大批生猪龙头企业。2022年石羊集团在陕西先后共建设猪场 24 个，生猪出栏80万头，能繁母猪存栏6万头。



➤ 2022年正能集团投资2.6亿元在陕西先后共建设猪场7个，能繁母猪存栏2万头，生猪出栏约40万头。



- 近年，牧原、温氏等省外大型养猪企业，也不断向陕西扩张和发展。其中，牧原集团投资24亿元先后在陕西渭南、宝鸡等地共建设猪场 25个，能繁母猪存栏5.57万头，2022年生猪出栏80.70万头，预计2023年出栏145万。



- 温氏集团投资14亿（含三个总部饲料厂）建设七个种猪场，能繁母猪存栏4.3万头（含纯种0.6万头），生猪出栏63万头。



- 新希望集团，先后在陕西咸阳、延安、渭南等地共建设猪场4个，投资8500万元。建成后，能繁母猪年存栏将达到5万头，生猪出栏将达到90万头。



商品猪组合	头数	胎次	上产背膘 (mm)	窝产总仔数 (头)	窝产健仔数/ (头)	窝产弱子数 (头)	窝产木乃伊数 (头)	窝产死胎数 (头)	初生健仔窝重 (kg)	初生头均重 (kg·头 ⁻¹)
丹系杜洛克	430	3.51±0.69	17.87±2.89	13.54±2.99 ^a	11.70±2.36 ^a	0.49±0.86	0.15±0.45	1.13±1.49 ^b	16.89±4.02 ^a	1.46±0.27 ^b
法系杜洛克	452	3.52±0.75	18.27±3.01	13.52±2.89 ^a	11.65±2.20 ^a	0.50±0.98	0.21±0.62 ^b	1.08±1.38 ^b	17.21±4.14 ^a	1.48±0.27 ^b
美系杜洛克	399	3.54±0.70	18.25±3.05	12.08±3.28 ^b	10.59±2.67 ^b	0.52±0.87	0.11±0.32 ^a	0.77±1.44 ^a	15.91±4.14 ^b	1.53±0.27 ^a
PIC399	401	3.41±0.69	17.87±2.98	13.26±2.91 ^a	11.36±2.45 ^a	0.65±0.96	0.14±0.41	1.05±1.37 ^b	16.01±3.89 ^b	1.43±0.26 ^b
P 值		0.269	0.164	0.002	0.003	0.303	0.004	0.014	0.002	0.004

三、未来发展趋势

(一) 生态循环养猪业

➤ 根据创新、协调、绿色、开放、共享的发展新理念，陕西省将大力实施“两减一增”（减化肥和农药，增有机肥）工程，构建生态循环养猪业。



(二) 节约化与集约化

➤ 由于生态环境脆弱、饲料资源总体欠乏等因素制约，节能减排、提质增效、节约化和规模化集约化，将是陕西省养猪业转型升级中重要的发展模式。



(三) 自动化与智能化

- 陕西人口稀少、劳动力资源缺乏，随着电子与信息技术的发展和进步，自动化生产和智能化管理，将是养猪业发展的重要方式。



四、秦川黑猪新品种培育背景

➤ 关中黑猪是上世纪八十年代初，由路兴中等老一辈专家培育而成。该品种适应性强、抗病、肉质好，是省级保护猪种，入选国家农产品地理标志登记保护名录。



➤ 上世纪九十年代，受外来品种冲击，关中黑猪数量锐减、逐渐退化。2012年开始，进行提纯复壮研究。



➤ 在提纯复壮和新品种培育工作中，先后得到了国家和省市等的大力支持。

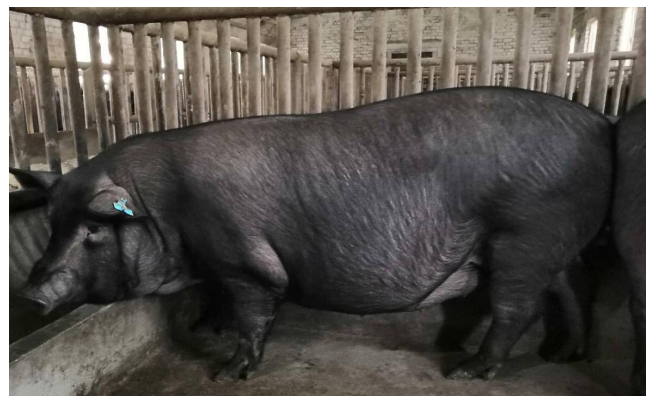
项目名称	负责人	来源	执行期限
关中黑猪提纯复壮及优质瘦肉型猪配套系选育技术研究	杨公社	省科技统筹	2012-2014
猪优质肉种质资源保护，分子基础挖掘与创新利用	孙世铎	国家科技支撑计划	2014-2016
生猪健康养殖关键技术集成与产业化示范	孙世铎	省农业农村厅	2016-2021
关中黑猪新配套系选育关键技术研究	于太永	省重点研发计划	2017-2019
特色地方猪遗传资源开发与优质猪品种选育	杨公社	省重点产业链	2018-2020
北方地区猪新品种（配套系）培育及良繁	于太永	国家重点研发计划	2022 - 2026

➤ 经过多年的工作，关中黑猪的各项性能指标基本恢复。



体长	98.7 cm	瘦肉率	46.47%
体高	52.4 cm	脂肪率	38.43%
胸围	96.8 cm	大理石纹	3.75分
平均日增重	487 g/天	不饱和脂肪酸	56.43%
料肉比	4.43:1	必需氨基酸	6.33%
产仔数	9.7		

提纯复壮前



体长	109.8 cm	瘦肉率	48.96%
体高	57.0 cm	脂肪率	33.96%
胸围	104.6 cm	大理石纹	4.00分
平均日增重	561 g/天	不饱和脂肪酸	58.57%
料肉比	3.56:1	必需氨基酸	6.84%
产仔数	11.7		

提纯复壮后

五、 秦川黑猪新品种培育主要进展



- 2017年开始，以丹系大白猪为父本，关中黑猪为母本，开展优质高繁型黑猪新品种（秦川黑猪）培育工作。

- 2018-2019年，进行横交固定，200余窝；
- 2020年-至今，开始进行群体继代选育；
- 目前，群体继代选育已进行至第3代。



目前每世代群体

群体继代选育世代数	数量（头数）
第3世代	144（♂ 74+♀ 70）
第2世代	81（♂ 11+♀ 70）
第1世代	25（♂ 4+♀ 21）

不同月龄秦川黑猪体重和体尺性状的统计分析（第3世代）

月龄	性状	样本量	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
初生	体重 (kg)	602	2.25	0.30	1.21	0.24	19.80%
断奶	体重 (kg)	489	10.50	2.30	5.83	1.48	25.39%
二月龄	体重 (kg)	371	16.65	4.30	10.73	2.10	19.57%
	体长 (cm)	371	60.00	25.00	37.92	8.72	23.00%
	体高 (cm)	371	63.00	26.00	44.92	9.33	20.77%
	胸围 (cm)	371	60.50	37.00	48.94	3.95	8.07%
	管围 (cm)	371	11.50	7.00	9.65	0.65	6.74%
四月龄	体重 (kg)	190	40.00	16.05	27.60	4.94	17.90%
	体长 (cm)	190	51.00	36.00	44.61	3.09	6.93%
	体高 (cm)	190	79.00	48.00	64.02	5.47	8.54%
	胸围 (cm)	190	77.50	57.00	66.10	4.34	6.57%
	管围 (cm)	190	14.00	10.00	11.85	0.74	6.24%
六月龄	体重 (kg)	126	78.00	52.50	63.21	6.51	10.30%
	体长 (cm)	126	68.50	53.50	59.57	3.13	5.25%
	体高 (cm)	126	105.00	82.00	90.18	4.15	4.60%
	胸围 (cm)	126	103.50	84.30	90.10	4.02	4.46%
	管围 (cm)	126	16.50	12.00	14.89	0.77	5.17%

秦川黑猪生长相关性状不同效应的显著性检验（第3世代）

月龄	性状	性别		年份		季节		胎次	
		df	F	df	F	df	F	df	F
初生	体重	1	1.67	1	1.90	3	3.86**	1	0.26
断奶	体重	1	0.06	1	4.02*	3	30.17**	1	2.03
二月龄	体重	1	3.25	1	0.83	3	29.24**	1	0.21
	体长	1	4.64*	1	81.62**	3	62.00**	1	10.16**
	体高	1	10.82**	1	85.78**	3	144.36**	1	12.10**
	胸围	1	0.19	1	0.89	3	41.92**	1	0.00
	管围	1	0.54	1	0.54	3	13.24**	1	0.77
四月龄	体重	1	0.00	1	1.37	3	13.40**	1	1.34
	体长	1	0.60	1	0.05	3	11.17**	1	1.08
	体高	1	0.03	1	0.11	3	3.00*	1	0.90
	胸围	1	0.11	1	0.71	3	6.56**	1	0.77
	管围	1	0.00	1	1.80	3	3.56*	1	2.41
六月龄	体重	1	0.56	1	0.02	3	6.91**	-	-
	体长	1	0.64	1	0.17	3	1.39	-	-
	体高	1	1.17	1	0.03	3	4.61**	-	-
	胸围	1	0.19	1	0.04	3	3.11*	-	-
	管围	1	3.93*	1	0.13	3	1.79	-	-

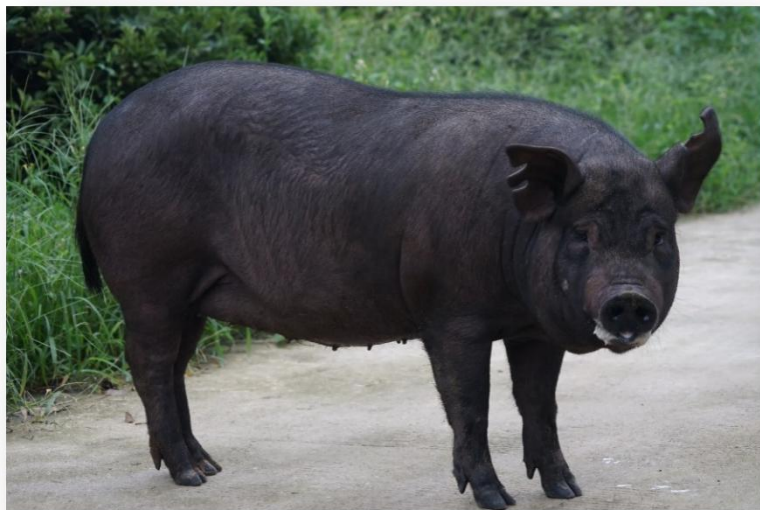
注：*表示差异显著， $P < 0.05$ ；**表示差异极显著， $P < 0.01$ 。

秦川黑猪繁殖性状不同效应的显著性检验 (第3世代)

性状	年份		季节		胎次	
	df	F	df	F	df	F
总产仔数	1	0.37	3	1.19	1	0.63
产活仔数	1	0.37	3	1.32	1	0.61
断奶仔猪数	1	0.05	3	1.56	1	0.32
出生窝重	1	0.43	3	1.26	1	0.04
断奶窝重	1	0.16	3	1.66	1	0.17

注：*表示差异显著， $P<0.05$ ；**表示差异极显著， $P<0.01$ 。

- 目前，核心群母猪210余头，公猪35头；
- 百公斤日龄196天左右；产仔数13.5头；肌肉脂肪3.2%；
- 新品种生长速度和产仔数显著提升，同时肉质好。



选育中的秦川黑猪新品种

➤ 秦川黑猪肌肉脂肪含量高、嫩度好、肉色好、持水性能强，肉品质优良。

Items	LW	QCB	Pvalue
pH _{45min}	6.50±0.08	6.84±0.13	>0.01
pH _{24h}	5.58±0.11	6.286±0.12	>0.01
L*	54.84±0.38	50.35±1.62	>0.01
a*	6.85±0.50	9.04±0.42	>0.01
b*	16.77±0.43	14.464±0.48	>0.01
Share force (N)	47.02±11	29.47±7.07	0.02
Drip Loss (%)	4.25±0.25	2.63±0.32	>0.01
Cooking Loss (%)	4.09±0.14	2.35±0.39	>0.01
IMF (g/100g)	1.34±0.21	2.16±0.36	0.03

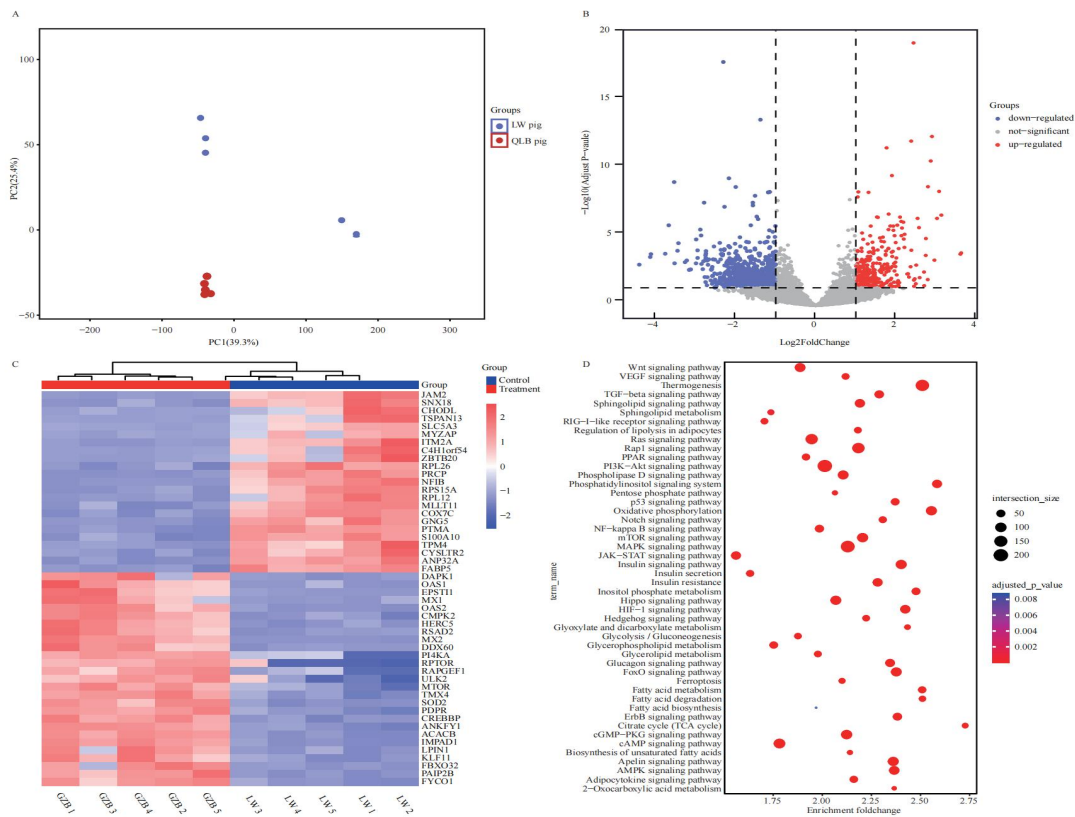
- 靶向代谢组学显示，秦川黑猪肉饱和脂肪酸含量低，不饱和脂肪酸含量高、 Ω -3脂肪酸含量低， Ω -6脂肪酸含量高，脂肪酸组成优良。

Items	LW	QCB	Pvalue
C10:0	334.32±73.69	502.01±264.76	0.21
C12:0	283.35±91.12	370.03±183.02	0.37
C14:0	8379.48±6097.74	6467.82±4808.37	0.6
C16:0	115346.44±54334.67	108982.47±35357.04	0.83
C17:0	647.33±200.45	407.47±63.24	0.03
C18:0	24701.21±2863.66a	5537.32±2187.15b	>0.01
C20:0	3017.12±929.88	3824.14±3031.34	0.58
C22:0	1993.16±499.51	1610.68±749.18	0.37
C24:0	302.26±70.77a	150.77±66.67b	0.01
C14:1	440.69±82.64	677.88±773.31	0.51
C16:1	21088.19±6505.02	24321.67±6999.64	0.47
C17:1	1745.97±1303.70	1599.56±704.26	0.83
C18:1(n-7)	56139.57±17079.55	92284.09±45544.31	0.14
C18:1(n-9)	57744.02±17472.89	95648.00±48513.63	0.14
C18:1(n-12)	145.30±53.49b	259.14±87.09a	0.04
C20:1	1838.23±770.52	2514.60±1510.68	0.4

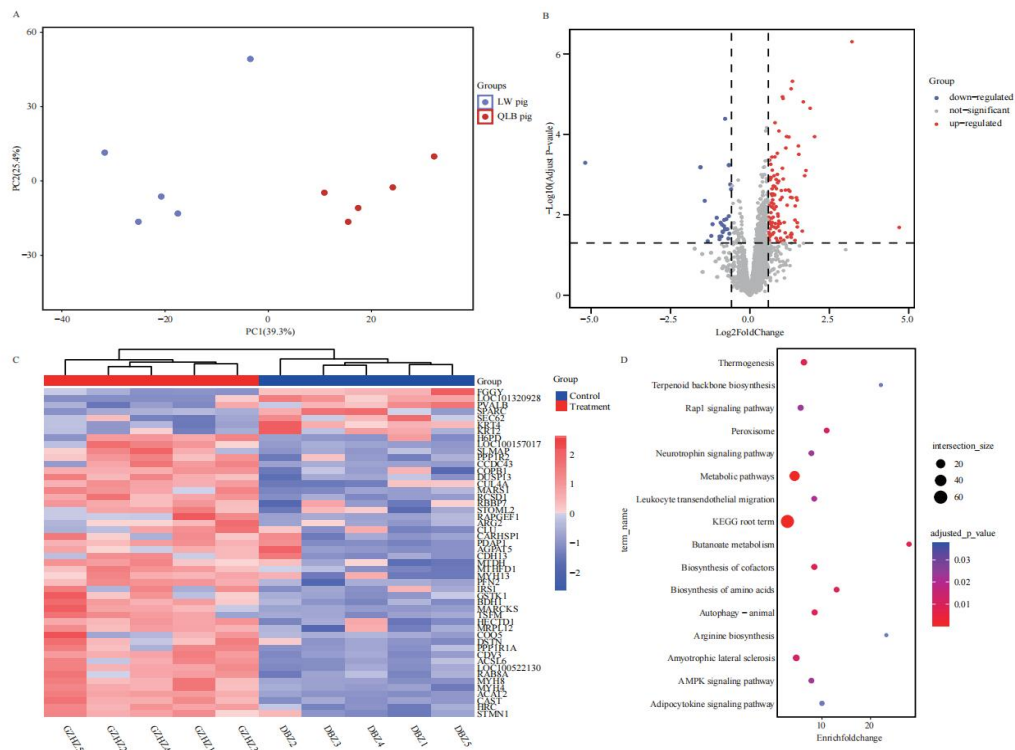
➤ 秦川黑猪肌肉中，肌酸、缬氨酸、色氨酸等风味氨基酸含量显著升高。

Items	LW	QCB	Pvalue
Glycine (Gly)	100.91±5.31	105.52±18.92	0.61
Serine (Ser)	15.80±2.79	13.53±1.16	0.13
Methionine (Met)	8.40±1.37	6.45±0.41	0.02
Proline (Pro)	21.09±3.25	16.87±1.24	0.03
Creatine	642.08±9.40	700.29±40.11	0.01
Phenylalanine (Phe)	16.91±2.86	17.05±2.10	0.93
Lysine (Lys)	155.07±76.94	88.55±20.91	0.10
Argine (Arg)	71.69±13.13	28.19±15.80	<0.01
Tryptophan (Trp)	5.92±0.53	7.27±1.17	0.05
Tyrosine (Tyr)	24.10±2.19	20.19±2.84	0.04
Histidine (His)	110.24±3.60	110.08±11.51	0.98
Valine (Val)	8.23±1.30	9.80±0.78	0.05
Alanine (Ala)	92.68±16.26	117.32±11.29	0.02
Taurine	224.82±89.77	185.68±63.45	0.45
Aspartic (Asp)	12.29±6.29	7.35±4.58	0.19
Threonine (Thr)	22.44±3.33	20.94±4.23	0.55
Glutamine (Glu)	153.37±74.49	87.84±20.63	0.09
Asparagine (Asn)	5.72±0.92	6.13±0.61	0.43

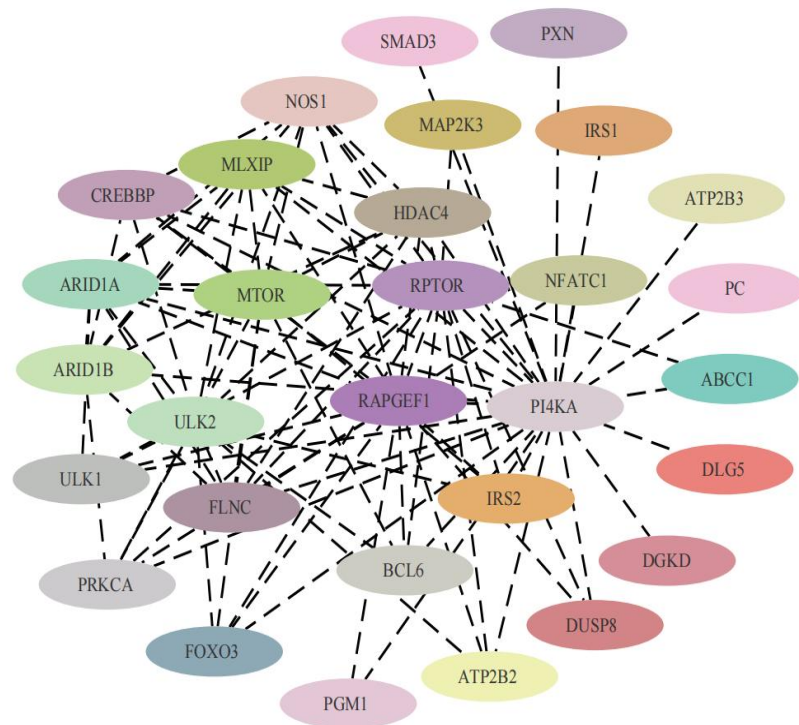
➤ 转录组学分析，共鉴定到1272个差异基因，其中322个基因上调，950个基因下调，主要富集在PPAR- γ 和Rap1等糖脂代谢通路。



➤ 蛋白组学分析，鉴定到141个差异蛋白，其中112个蛋白上调，29个蛋白下调，差异蛋白主要富集在糖脂代谢通路。



通过基因互作网络分析发现，蓝色模块中RapGEF1、PI4KA和RPTOR基因，可能是影响肌内脂肪沉积的关键基因。



上述肌肉脂肪发育关键基因的筛选与鉴定，为进一步通过基因组选择技术，提升和改善秦川黑猪肉品质，提供了有效候选基因和靶标，为加快育种进程提供了可能。同时，该研究成果，发表高质量学术论文1篇。



Transcriptome, proteome and metabolome analysis provide insights on fat deposition and meat quality in pig

Taiyong Yu¹, Xuekai Tian¹, Dong Li¹, Yulin He, Peiyu Yang, Ye Cheng, Xin Zhao, Jingchun Sun, Gongshe Yang^{*}

Key Laboratory of Animal Genetics, Breeding and Reproduction of Shaanxi Province, Laboratory of Animal Fat Deposition and Muscle Development, College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China

ARTICLE INFO

Keywords
IMF content
Meat quality
Multi-omics
Pig

ABSTRACT

Intramuscular fat (IMF) content, which is an important determinant of meat quality characteristics such as tenderness, juiciness and flavor, has long been a research hotspot. Chinese local pig breeds are famous for their excellent meat quality which is mainly reflected in the high IMF content, strong hydraulic system and et al. However, there are few analysis of meat quality by omics methods. In our study, we identified 12 different fatty acids, 6 different amino acids, 1,262 differentially expression genes (DEGs), 140 differentially abundant proteins (DAPs) and 169 differentially accumulated metabolites (DAMS) ($p < 0.05$) with metabolome, transcriptome, and proteome. It has been found that DEGs, DAPs and DAMs were enriched in the Wnt signaling pathway, PI3K-Akt signaling pathway, Rap1 signaling pathway, and Ras signaling pathway which were related to meat quality. Moreover, our Weighted genes co-expression network construction (WGCNA) showed *RapGEF1* was the key gene related to IMF content and the RT-qPCR analysis was used to perform validation of the significant genes. In summary, our study provided both fundamental data and new insights to further uncover the secret of pig IMF content.

1. Introduction

With the growing global demand for meat in recent years, the quality of meat has become an important factor affecting consumers' choice. Meat quality is a complex trait influenced by many physicochemical characteristics, such as pH, tenderness, meat color, intramuscular fat (IMF) content, fatty acid composition and sensory quality (Li & Zhang, 2022). The content of IMF, as the important characteristic, determines the antioxidant properties, tenderness, flavor, juiciness and acceptability (Wood et al., 2008). However, to increase lean meat percentage and growth efficiency is the main target of breeding strategies in cosmopolitan pig breeds, which has resulted in a reduction of IMF content and compromise of meat quality (Poklukar et al., 2020; Rubin et al., 2012). Therefore, to increase IMF content could be an effective way of improving meat quality of pigs.

The fat deposition of pigs is a complex quantitative trait, which is regulated by genetic, environmental and nutritional factors (Li, Lei et al., 2022). Different pig breeds have a larger difference in traits

(Rubin et al., 2012). The commonly used commercial lean breeds, such as Large White (LW) pig and Duroc (DU) pig, have been strongly selected for skeletal muscle-related traits, including lean meat mass, daily gain, and feed conversion ratio. In contrast, local Chinese pig breeds such as Bamei (BM) pig and Qianling Black (QLB) pig, perform relatively poorly on these traits, but have higher IMF content and meat quality (Chen et al., 2017; Huang et al., 2018). However, the molecular mechanism of differences in fat deposition and meat quality between Chinese local pig breeds and commercial lean breeds remains unclear.

Recently, with the development of high-throughput sequencing technology, the integration of transcriptome and proteome technologies has become an important means and routine to analyze the molecular mechanism of agricultural complex traits in farm animals (Xing et al., 2016). In our study, we measured IMF content and meat quality between QLB pigs and LW pigs, and used transcriptome, metabolomics and proteome technologies to identify key genes, DEGs, DEPs and DEMs potentially involved in muscle fat deposition and meat quality, facilitating our understanding of IMF content differences between different

^{*} Corresponding author.

E-mail address: gsyang99@hotmail.com (G. Yang).

¹ These authors contribute equally.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112550>

Received 16 November 2022; Received in revised form 19 January 2023; Accepted 29 January 2023

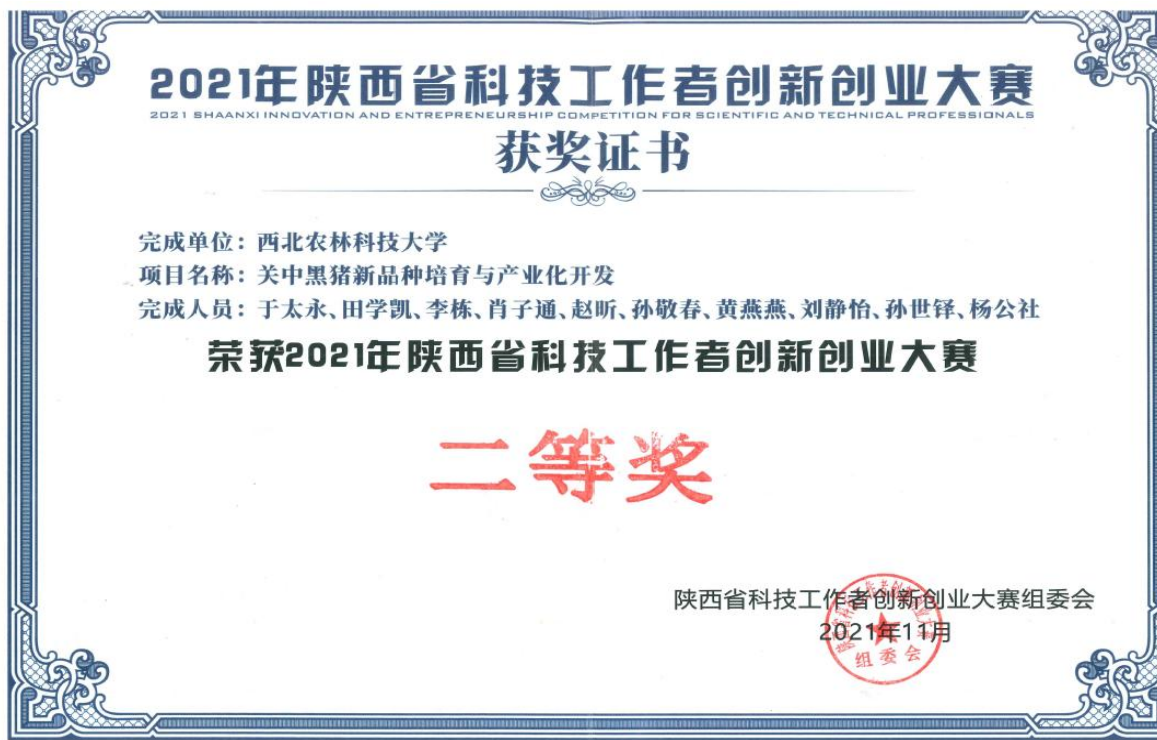
Available online 2 February 2023

0963-9969/© 2023 Published by Elsevier Ltd.

- 近年来，先后向周至、铜川和安康等周边地区，推广优良种猪1000余头，积极助力种业强国和乡村振兴战略。



➤ 新品种培育工作，受到有关部门的充分肯定与认可，获奖1项。



新品种培育主要参与人



杨公社 教授



孙世铎 教授



于太永 副教授



杜忍让 副教授



靳建军 副教授



马建 畜牧师



敬请批评指正！