

以子宫为核心的生殖衰老视角： 蛋鸡产蛋后期生产性能的遗传机制解析

张俊楠^{1,2}, 高铭悦^{1,2}, 蔡荣琅^{1,2}, 江欣蔚^{1,2}, 张博轩^{1,2},
李兆杰^{1,2}, 杨宁^{1,2}, 孙从佼^{1,2*}

¹ 畜禽生物育种全国重点实验室

分子设计育种前沿科学中心

² 畜禽育种国家工程实验室

中国农业大学, 北京, 中国



Junnan Zhang, Mingyue Gao, Ronglang Cai, Xinwei Jiang, Boxuan Zhang, Zhaojie Li, Ning Yang, et al. 2026.
A uterine-centric view of reproductive senescence: genetic insights into late-life performance in laying hens.
iMetaOmics 3: e70128. <https://doi.org/10.1002/imo2.70128>

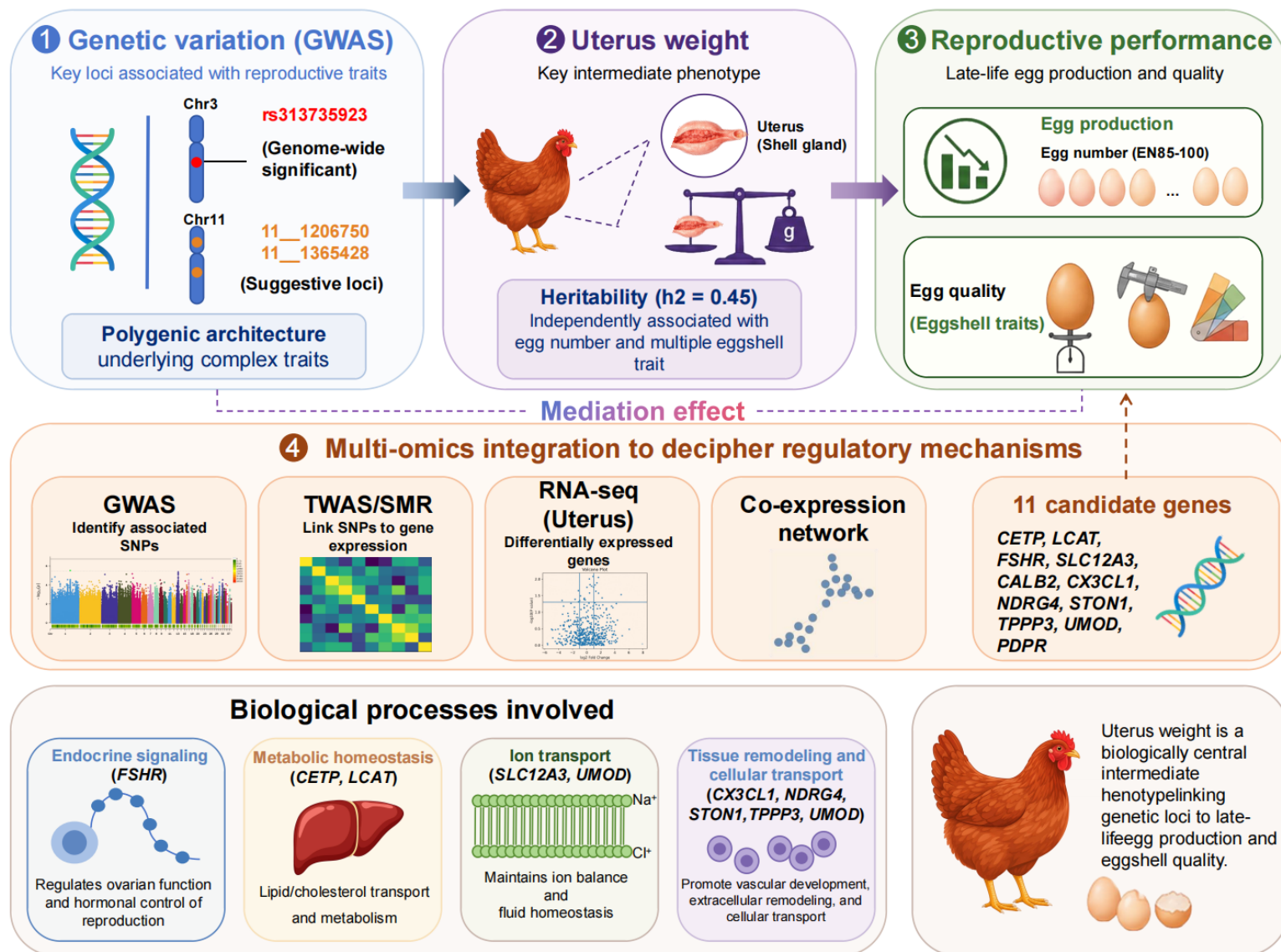
研究背景

① 背景介绍

产蛋量与蛋品质是蛋鸡产业的核心经济性状，但在产蛋后期二者均显著下降，并伴随淘汰母鸡胴体价值的降低。

② 关键问题

产蛋期的生理调控与资源分配十分复杂，胴体性状与繁殖性状可能共享共同的遗传基础；然而，在老龄母鸡中这三者的遗传关系仍不清楚。



研究亮点

1

子宫重作为可遗传的中间表型

$h^2=0.45$ ；独立关联于产蛋后期蛋产量与蛋壳品质

2

GWAS + 中介分析揭示遗传结构

3号染色体全基因组显著位点
(*NRXN1*、*FSHR*、*LHCGR*)；403
个SNP对EN85-100具有中介效应

3

多组织多组学整合鉴定出11个候选基因

参与内分泌信号、代谢稳态和组织重塑等途径



相关性分析与回归分析

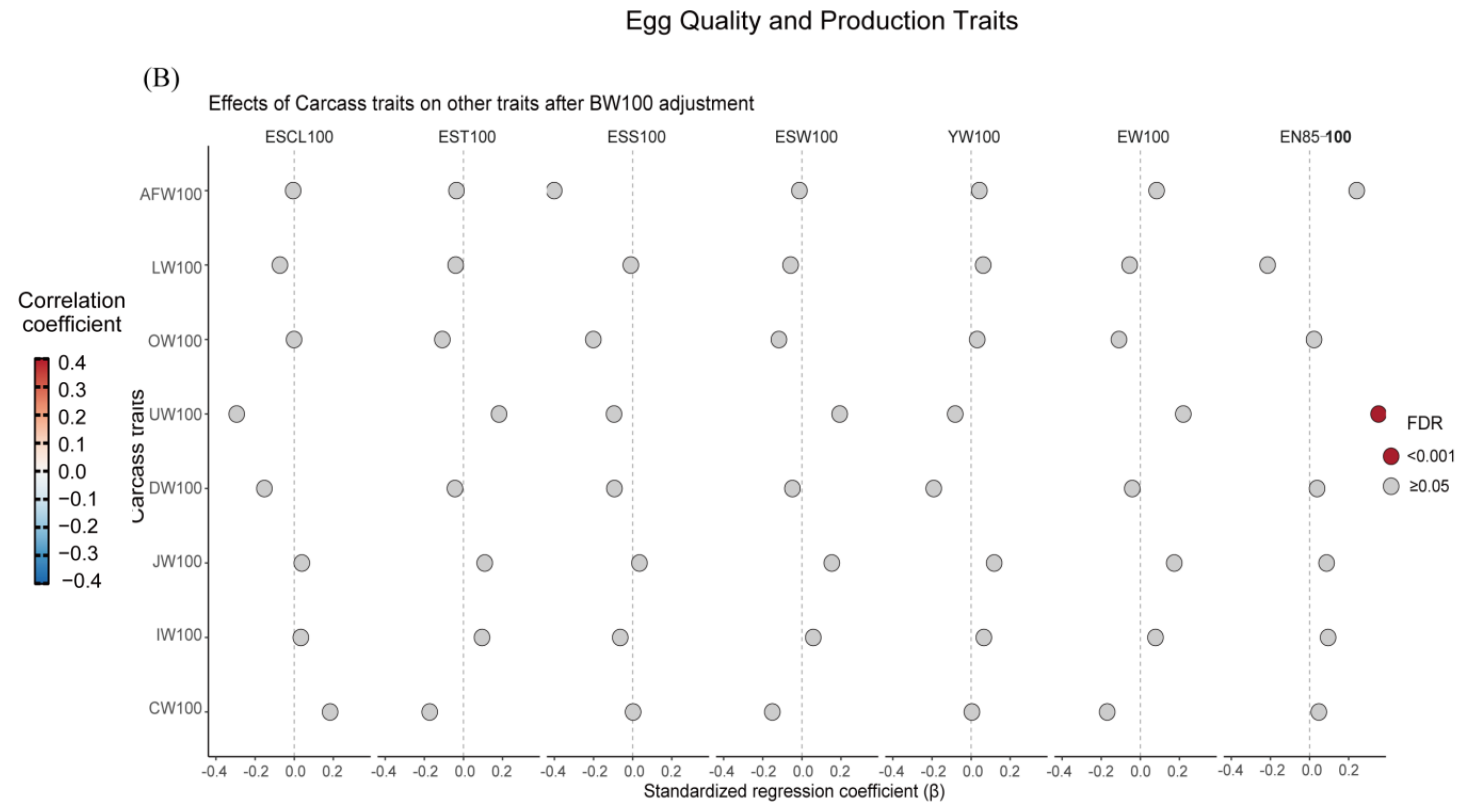
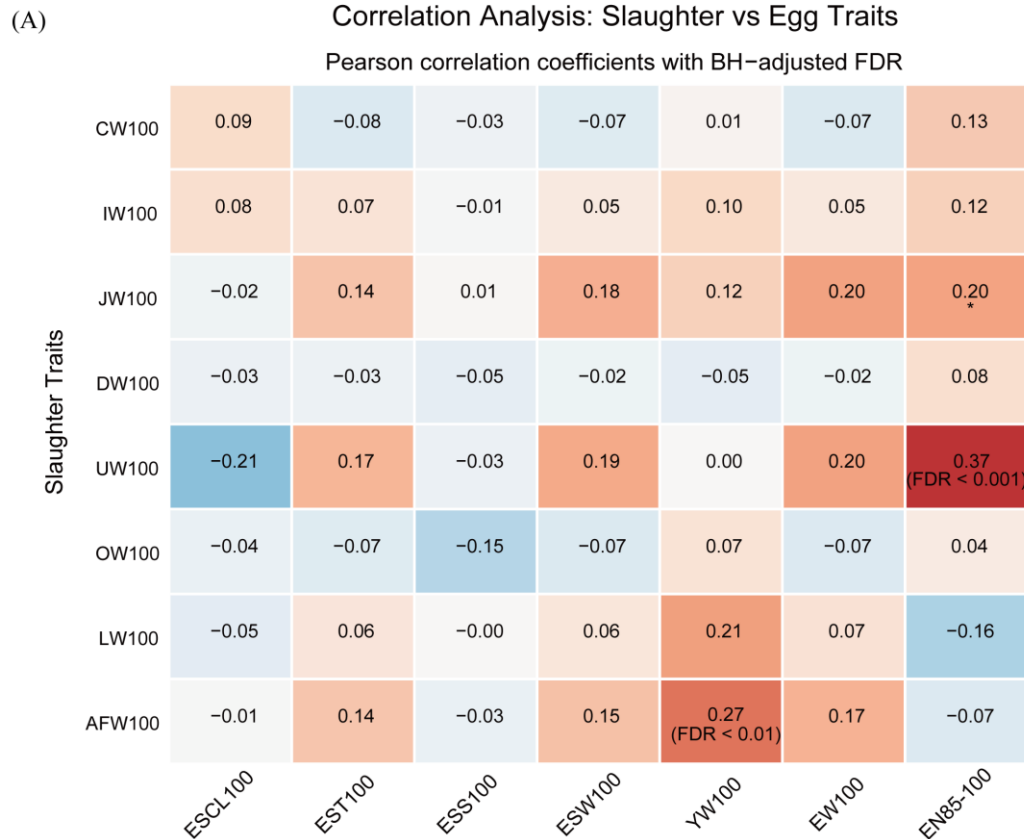
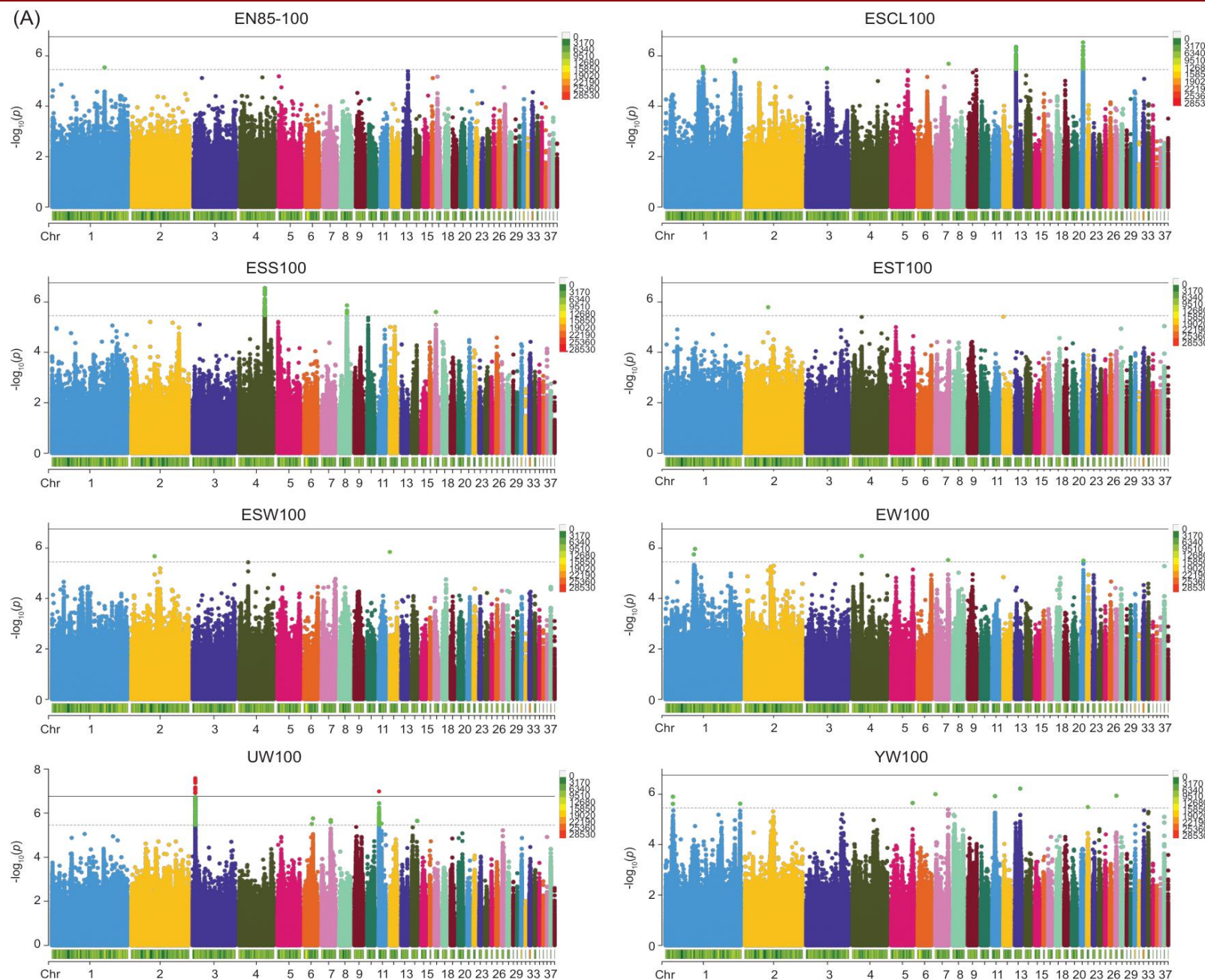


图1. 100周龄时胴体性状与产蛋/蛋品质性状间的表型关联。

- 在多个屠宰性状中，子宫重（UW100）与产蛋后期蛋数（EN85-100, $r=0.37$, $FDR < 0.001$ ）呈强正相关；
- 在校正体重（BW100）后，回归分析证实了 UW100–EN85-100 的关联仍然显著，支持 UW100 作为一个不依赖于体重大小的中间表型。

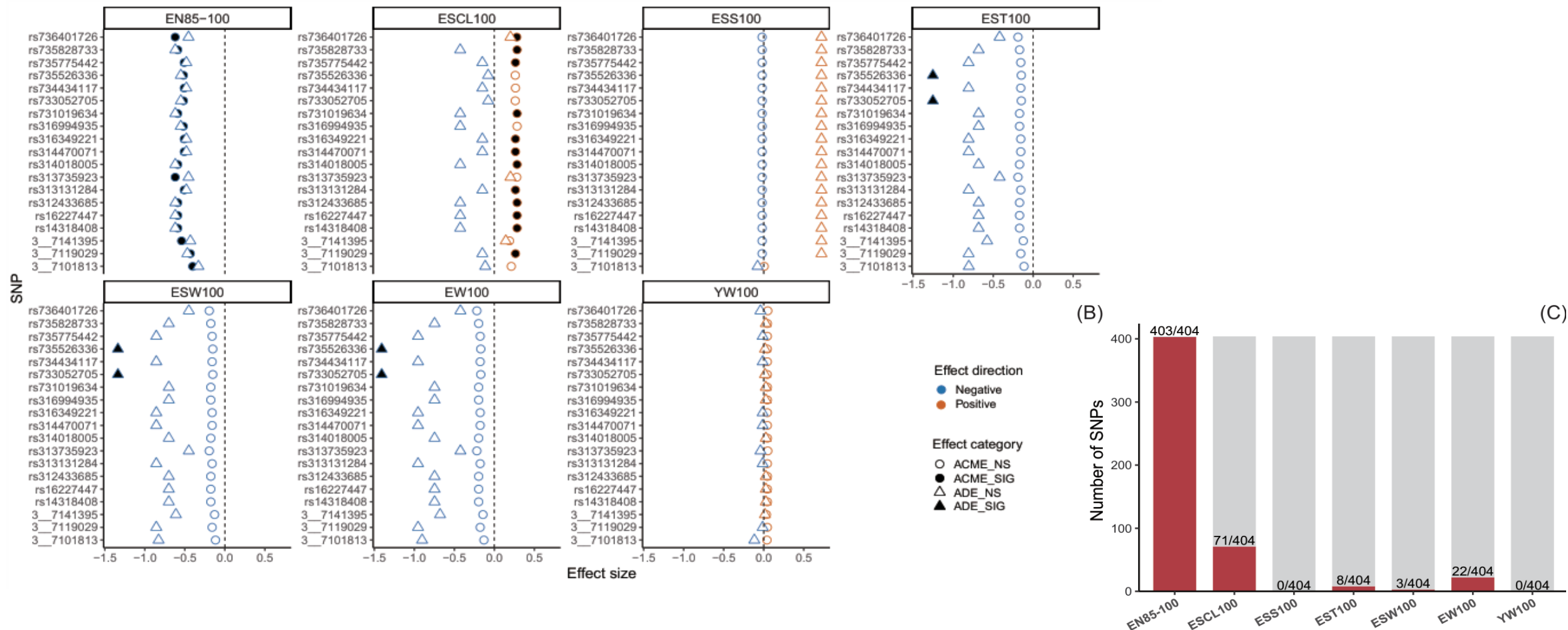


GWAS 与中介分析



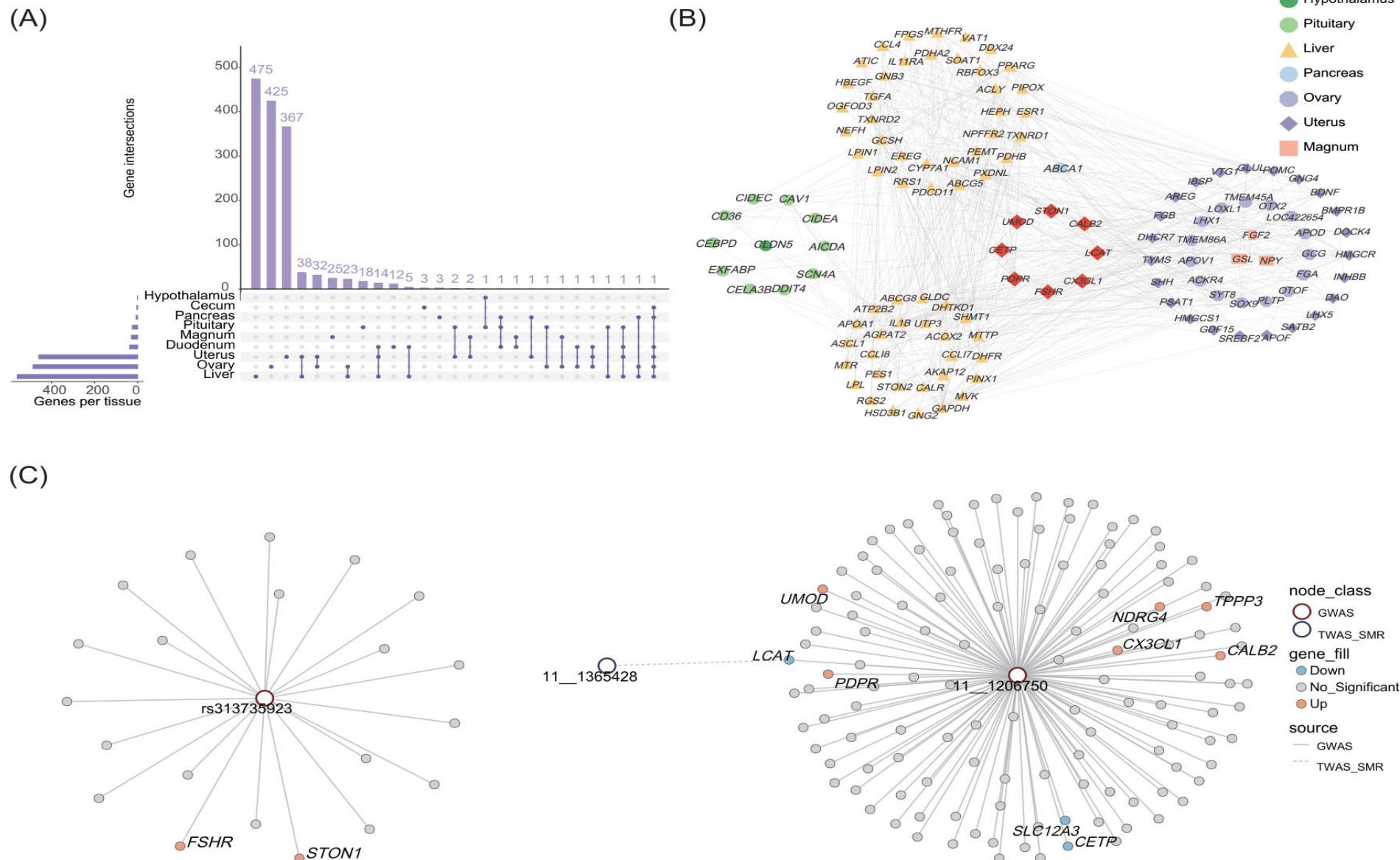
- 子宫重在3号染色体上出现一个显著的全基因组关联峰，邻近*FSHR*、*LHCGR*等激素调节基因；而产蛋与蛋品质性状未呈现全基因组显著信号

GWAS 与中介分析



- 中介分析进一步显示, 404个潜在显著SNP中有403个通过子宫重显著影响了EN85-100
- 对于3号染色体上的显著变异, 多数经证明是可以通过子宫重来影响EN85-100

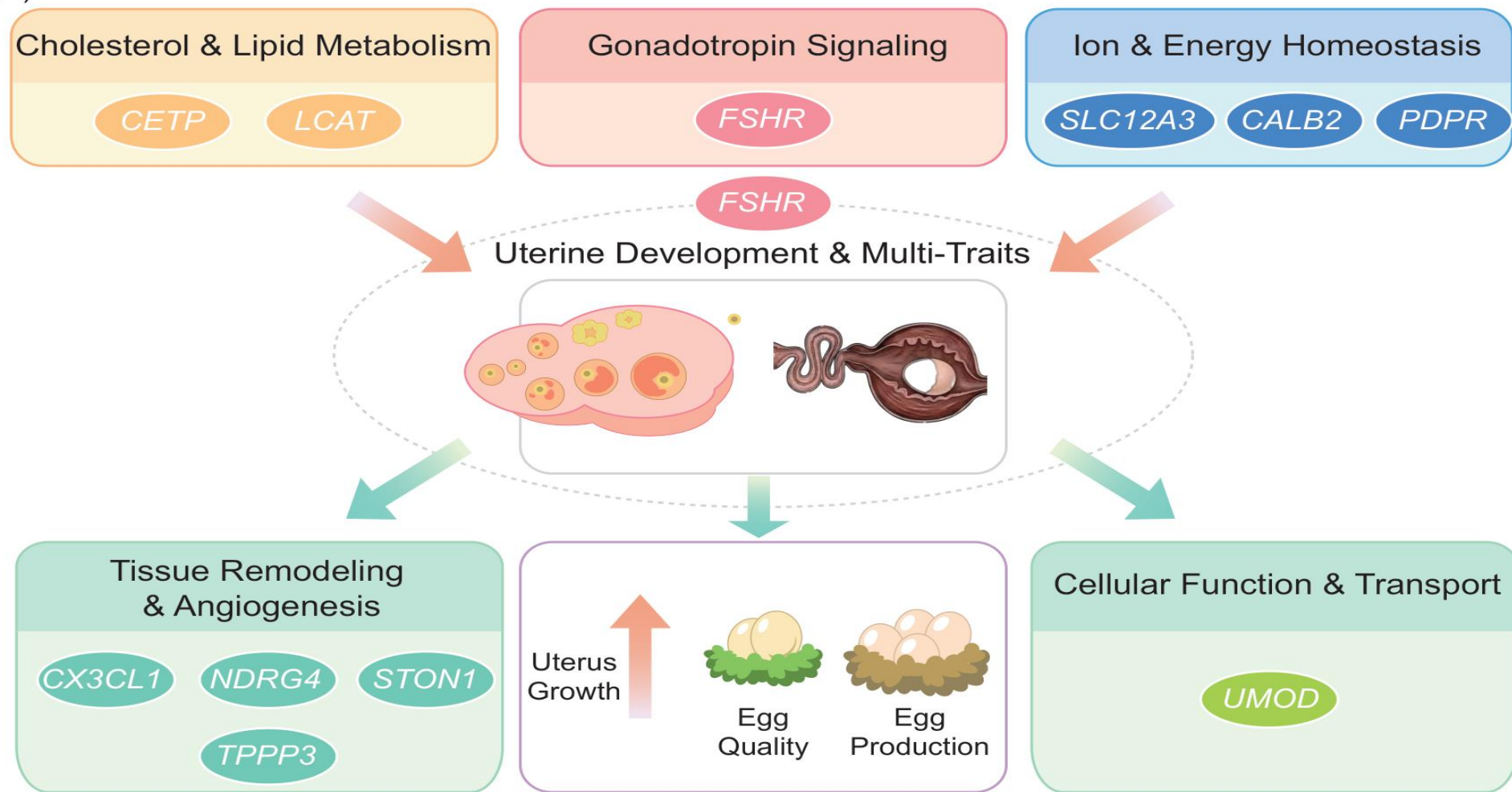
多组织分析与候选基因鉴定



- 不同组织间重叠的基因较少，表明与子宫重相关的调控机制主要具有组织特异性

多组织分析与候选基因鉴定

(D)



- 通过GWAS、TWAS/SMR、差异表达与WGCNA，鉴定出包括FSHR、CETP、LCAT、SLC12A3等在内的候选基因，并构建了SNP-基因网络
- 这些基因与内分泌信号转导、胆固醇/脂类代谢、离子与能量稳态等功能密切相关

总结

- 子宫重是一个可遗传 ($h^2=0.45$)、且不依赖于体重的中间表型，它将遗传变异与产蛋后期的蛋产量及蛋壳品质联系起来
- GWAS在3号染色体上发现一个全基因组显著位点 (*NRXN1*、*FSHR*、*LHCGR*)；中介分析揭示了403个通过子宫重发挥间接效应的SNP
- 整合多组学分析 (TWAS/SMR + DESeq2 + WGCNA) 优先鉴定出11个候选基因，涉及内分泌信号、脂类代谢、离子转运与组织重塑等

Junnan Zhang, Mingyue Gao, Ronglang Cai, Xinwei Jiang, Boxuan Zhang, Zhaojie Li, Ning Yang, et al. 2026.
A uterine-centric view of reproductive senescence: genetic insights into late-life performance in laying hens.
iMetaOmics 3: e70128. <https://doi.org/10.1002/imo2.70128>

iMeta(宏): 生物和医学顶级成果发表平台

iMeta WILEY



iMeta(宏)期刊由宏科学创办，对标**Cell**的生物/医学综合期刊，**SCIE**、**PubMed**收录，影响因子(IF)44.4，位列全球第47，中国第4，**分区表生物学1区Top**，外审平均21天，投稿至发表中位数87天(比同水平期刊快3倍)，欢迎高影响力的研究、方法和综述投稿，CNS外审稿件可带意见和回复转投。

iMetaOmics (宏组学)，定位IF>15对标**NC/SA**的生物/医学综合期刊，已被**ESCI**、**PubMed**等收录。

iMetaMed (宏医学)定位IF>15的医学综合期刊，欢迎投稿！



主页: <http://www.imeta.science>

出版社: <https://wileyonlinelibrary.com/journal/imeta>

iMeta: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMT2>

投稿: iMetaOmics: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMO2>

iMetaMed: <https://wiley.atyponrex.com/journal/IMM3>



office@imeta.science

imetaomics@imeta.science



宣传片



iMeta



更新日期
2026/6/17