

ساختار میکروسکوپی پوسته تخم مرغ

تخم مرغ و تشکیل پوسته :

اندازه زرده موجود در تخمدان به سرعت در یک بازه زمانی بین ۱۰ تا ۱۴ روز قبل از تخمک اندازی رشد میکند و بزرگ می شود و در طول این مدت وزن آن از ۲۰۰ میلی گرم به حدود ۱۵ تا ۱۸ گرم میرسد که از طریق تزریق پروتئین ها و لیپیدهایی است که بیشتر در کبد سنتز می شوند. پس از اینکه زرده یا همان تخمک بالغ می شود از تخمدان آزاد شده و به سمت لوله تولید مثلی حرکت میکند جائیکه آلبومین و پوسته تشکیل می شوند. میانگین زمان مورد نیاز جهت تولید یک تخم مرغ حدود ۲۴-۲۵ ساعت است.

لوله تولید مثلی شامل حداقل پنج ناحیه مجزا و مشخص است:

- ۱- اینفاندیبولوم : نیم ساعت
- ۲- مگنوم : ۳ ساعت (آلبومین و مینرال ها به زرده اضافه می شوند)
- ۳- ایستموس : ۱/۵ ساعت
- ۴- اوتروس (رحم) یا غدد پوسته ساز : ۲۰-۲۱ ساعت (کریستالهای پوسته و کوتیکول اضافه می شوند)
- ۵- واژینا (کلواک)

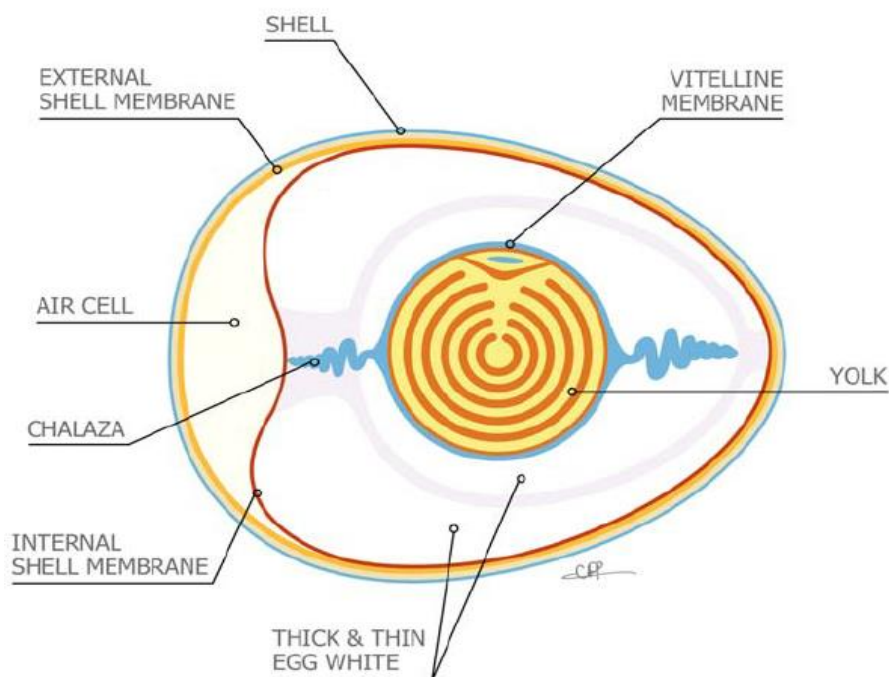
قابل ذکر است که در تخم مرغ های پوسته رنگی پیگمانتهای رنگی در طول ۵ ساعت آخر پوسته سازی اضافه می شوند و این رنگ دانه ها بوسیله غدد پوسته ساز از گاما امینو لینولنیک اسید سنتز می شوند.

وزن تخم مرغ شامل :

- ۱- ۵۸٪ آلبومین
- ۲- ۳۲٪ زرده
- ۳- ۱۰٪ پوسته (۹۶٪ مینرالهای تخم مرغ در پوسته هستند)

داخلی ترین غشای پوسته تخم مرغ شامل غشای پایه داخلی و خارجی است که از شبکه هایی از جنس فیبرهای پروتئینی و پلی ساکاریدی تشکیل شده است و ضخامت آن ۷۰ میکرو متر است. در قسمت بیرونی غشای خارجی، پوسته قرار دارد که کریستال هایی از جنس کلسیت است که بطور معکوس و به شکل مخروطی تشکیل می شود و ضخامت آن حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ میکرو متر است. پس از اینکه مخروطهای کلسیت بهم متصل شدند ، تولید کریستال های استوانه ای به قطر ۱۰-۳۰ میکرومتر و طول ۲۰۰ میکرو متر می کنند.

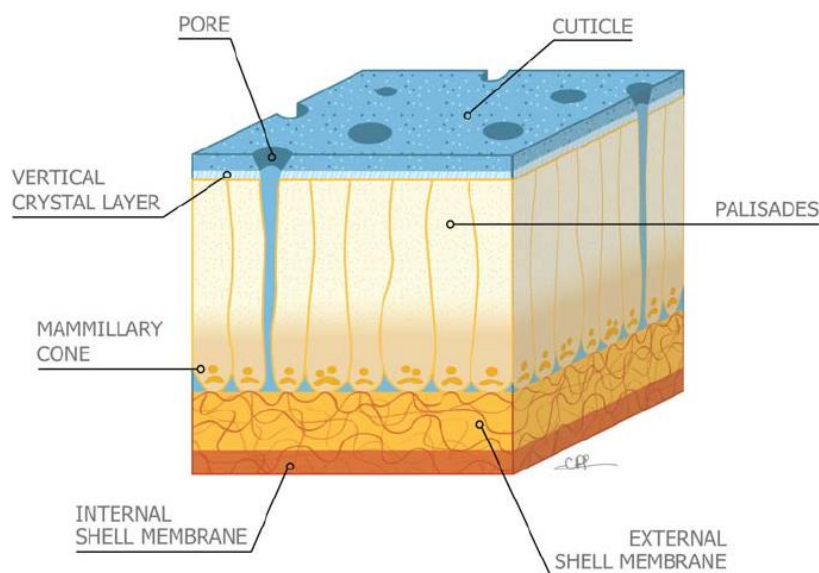
این کریستال های استوانه ای پوسته اهکی تخم مرغ را تشکیل می دهند و از داخل به یک ماتریکس پروتئینی پلی ساکارید متصل هستند. کوتیکول خارجی ترین لایه پوسته است که ضخامت آن ۱۰ میکرومتر است و شامل ترکیبات پروتئینی می باشد و شامل منافذی است که بوسیله کوتیکول محدود می شوند و فقط اجازه عبور و خروج و انتقال گازها را بین تخم مرغ و محیط بیرون می دهند. شکل هندسی مخروطهای کلسیت و هم چنین وجود اسید های آمینه خاص در فیبرهای غشای پایه بر سختی و مقاومت پوسته بسیار تاثیر گذار است.



غشاهای پایه داخلی و خارجی (Internal and External Shell Membrane)

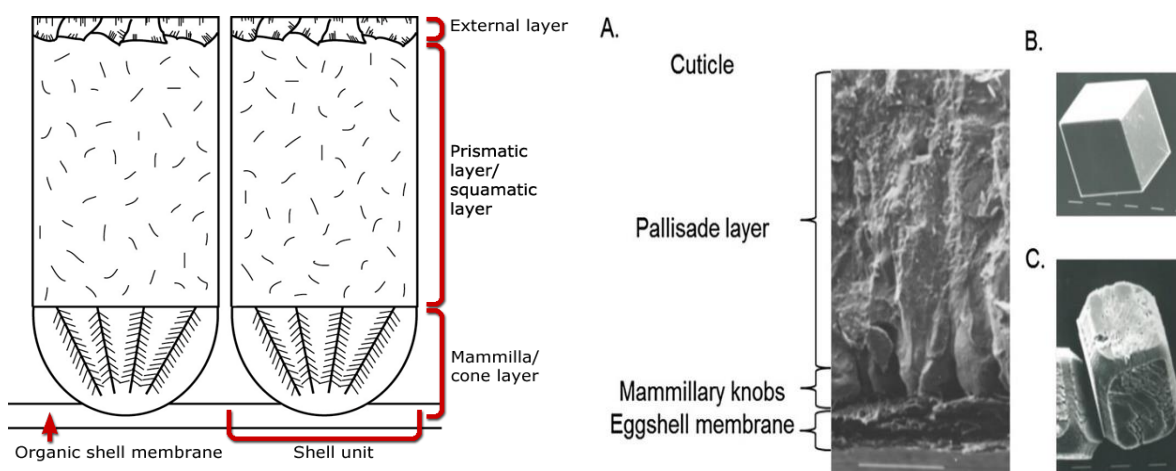
پوسته در قسمت های ناحیه میانی و استوایی ضخیم ترین است و در قسمت های دو طرف قطبین نازک ترین است. اگرچه غشاهای پایه (غشای پایه داخلی و خارجی) واقع شده در سطح داخلی پوسته تخم مرغ در ظاهر یک لایه بنظر می رسند اما آنها در واقع دولایه متفاوت از جنس مواد فیبری هستند که تقریباً به یکدیگر چسبیده اند بجز در انتهای بدون پرده تخم مرغ که کیسه هوایی قرار دارد. غشای پایه داخلی، آلبومین و سفیده را احاطه کرده است در حالیکه غشای پایه خارجی به مواد کلسیمی پوسته چسبیده است. بررسی های میکروسکوپی نشان می دهد که این لایه ها از فیبرهای درهم آمیخته تشکیل شده اند و این فیبرها در غشای داخلی نصف غشای خارجی است. آنالیز شیمیایی نشان می دهد که غشاهای پایه حاوی ۲۰٪ آب، ۷۵٪ مواد پروتئینی و ۵٪ کربوهیدرات هستند. برخی از محققان گزارش کرده اند که این غشا های پایه حاوی کراتین یا اووکراتین نیز هستند در حالیکه محققان دیگر می گویند این غشاها حاوی پروتئین هایی مانند کلاژن نیز هستند که به دلیل حضور هیدروکسی پرولین و هیدروکسی لایزین است. ۷۰ تا ۸۰٪

کربوهیدرات موجود در غشاهای پایه قندهای ساده مثل گلوکز، گالاکتوز، مانوز و مقادیر کمی اسید سیالیک می باشد و همچنین مقادیر کمی گلوکز آمین و گالاکتوز آمین نیز در این غشاها وجود دارد. ترکیبات دیگر موجود در غشاهای پایه مقادیر کمی چربی مانند اسیدهای چرب آزاد و مواد معدنی مانند سدیم ، پتاسیم ، روی ، مس و کلسیم می باشد که بنظر میرسد نقش مهمی در ساختار غشاهای پایه دارد.



لایه مامیلاری (Mammillary layer)

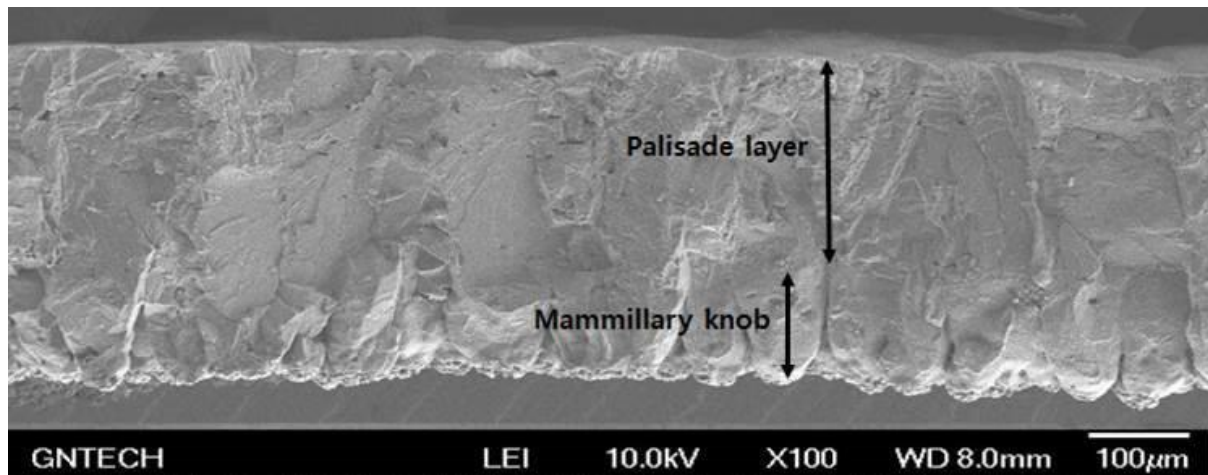
اولین پوسته ای که بر روی غشاهای پایه تشکیل شود، لایه مامیلاری است که از کریستال های اسفنجی کلسیت تشکیل شده است و لایه داخلی پوسته را تشکیل می دهد و بر روی این لایه نیز لایه خارجی پوسته قرار می گیرد که از کریستال های سخت کلسیت تشکیل شده است و حالت گچی شکل دارد و دو برابر لایه مامیلاری ضخامت دارد.



مطالعات میکروسکوپ الکترونی نشان داده است که ساختار و شکل خاص هندسی لایه مامیلاری یک معیار بسیار مهم در سختی پوسته تخم مرغ است. محققان گزارش کرده اند که در پوسته هایی که سختی و مقاومت کمتری دارند ، تعداد ستونهای لایه مامیلاری بر سانتی متر مربع در آنها کمتر است در مقایسه با پوسته هایی که سختی و مقاومت بیشتری دارند. از طرف دیگر مشخص شده است که سختی و ضخامت پوسته تخم مرغ به مواد معدنی مانند منگنز کاملاً وابسته است بطوریکه هنگام کمبود منگنز ، پوسته تخم مرغ ضعیف تر و شکننده تر از زمانی بود که کمبود منگنز وجود نداشت که ممکن است به این دلیل باشد که کمبود منگنز باعث کاهش تعداد ستونهای کلسیت بر سانتی متر مربع در لایه مامیلاری می شود.

لایه Palisade : لایه های کریستالی عمودی

این لایه حدود ۲/۳ ضخامت پوسته تخم مرغ را شامل می شود. کریستال های درهم آمیخته این لایه ظاهری شبیه استخوان دارد و کریستال های عمودی در قسمت بالای این لایه وجود دارند. مطالعات میکروسکوپی پوسته تخم مرغ نشان داده است که این لایه شامل کریستالهای مجزایی از کربنات کلسیم است که کلسیت شش وجهی نامیده می شود و قطر هر کلسیت حدود ۱۰-۳۰ میکرومتر است که به میزان ۲۸ درجه شیب از سطح عمود پوسته تخم مرغ دارند. مواد آلی که ماتریکس کریستال های کلسیمی را در این لایه تشکیل می دهد شامل کمپلکسی پروتئینی پلی ساکارید است. این کمپلکس حداقل ۷۰٪ پروتئین و ۱۱٪ پلی ساکارید دارد که مقدار کمی چربی هم دارد. مطالعات نشان داده است که همبستگی خوبی بین ترکیبات اسید های آمینه ماتریکس در پوسته وجود دارد. کوندرویتین سولفات و اسید هیالورونیک که قسمت بیشتر آن گلوکز آمین و گالاکتوز آمین می باشد نیز در ماتریکس کریستالهای کلسیمی وجود دارد. علاوه بر این ، گزارش شده است که میزان اسیدهای آمینه در ماتریکس کریستال های کلسیمی بتواند بر قدرت و سختی پوسته تاثیر بگذارد. به این دلیل که رابطه معکوسی بین میزان ماتریکس آلی و مینرالی شدن کریستالهای کلسیمی وجود دارد. تحقیقات هم چنین گزارش کردند که ماتریکس آلی پوسته به دلیل دارا بودن اسید سولفوریک موکوتین یا اسید هیالورونیک ممکن است به عنوان عامل کیلات کننده مواد معدنی موجود در پوسته عمل کند و از این طریق به سختی پوسته کمک کند و به طور معکوس اگر تحت شرایط استرس و تنش در ترکیبات ماتریکس آلی زنجیره کربوکسیلیک ایجاد شود، ممکن است با یون کلسیم کریستال ها باند شود و باعث کاهش مینرالی شدن کلسیم و کاهش مقاومت و سختی پوسته تخم مرغ شود. مشخص شده است که منگنز و فسفر نیز در پروسه تشکیل کریستال های کلسیم در این لایه نقش بسزایی دارند و متعاقباً در سختی پوسته تخم مرغ نیز تاثیر دارند.



منابع:

1-The microstructure of hen's eggshell. R.M.G. Hamilton. 1986

2- Belyavin CG, Boorman KN . (1980). the influence of the cuticle on egg- shell strength. Brit. Poultry Sci. li. 295-298.

3-Cooke AS, Balch DA. (1970a). Studies of membrane, manrnillary core and cuticle of the hen egg shell. Brit. Poultry Sci. J.1, 345- 352.

4- Leach Jr RM. {1982}. Biochemistry of the organic matrix of the eggshell. Poultry Sci. 61 • 2040- 204 7.