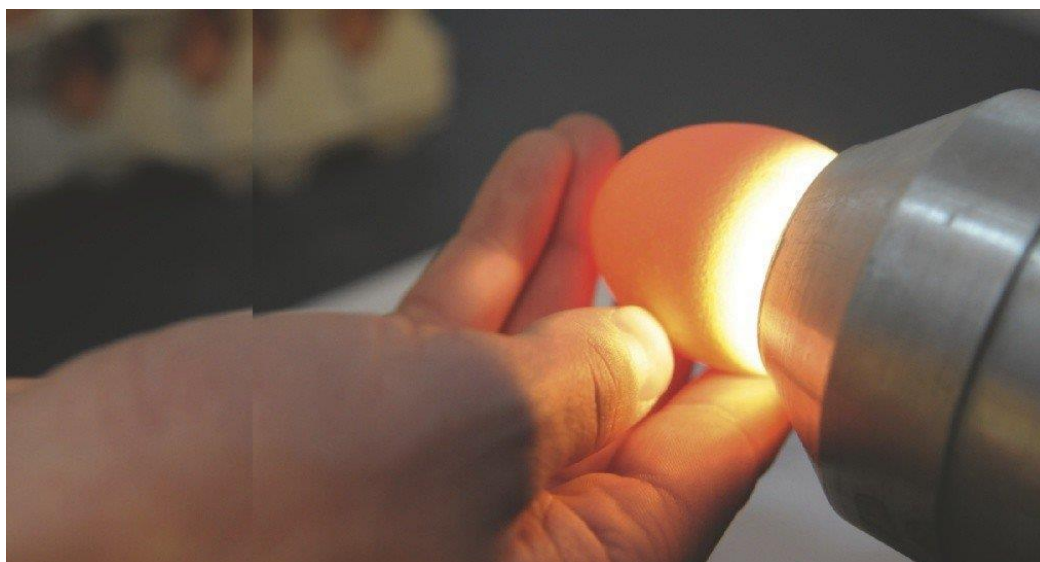


Profiling poultry meat and eggs with metabolomics

Metabolomics allows systematic and comprehensive profiling of existing metabolites in poultry meat and eggs to improve their quality which, in turn, will improve consumer health. Metabolomics are further paving the way towards increasing the authenticity of poultry products with great accuracy and specificity.

BY SAMANEH AZARPAJOUH



Assessing egg quality by traditional means can be improved through the use of metabolomic technology. PHOTO: PENN COMMUNICATIE

The growing world population has led to an increase in the demand for poultry products, with a notable growth in poultry production worldwide. At the same time, the poultry industry needs to precisely determine the quality of poultry meat and eggs for consumers. Metabolomics enables detailed differentiation of the biochemical indicators responsible for determining the quality of poultry meat and eggs throughout the poultry supply chain, from breed identification to the final product, without compromising bird welfare. This approach has the potential to increase the overall quality of poultry meat and egg products while preventing food fraud. Meat quality parameters include objective measures such as nutritional value, proximate composition, pH, water-holding capacity, total volatile base, microbial quality, shear force, drip loss, cooking loss, fibrousness, along with subjective measures, such as colour, flavour, juiciness and tenderness. Factors such as poultry feed composition and consumption, plus the rearing environment, affect the nutritional composition of poultry meat. Egg quality parameters are determined by a combination of internal and external parameters, with eggs classified into three grades (AA, A and B). External factors include colour, size, shell thickness, height, texture, cleanliness, eggshell strength and width, while the internal factors comprise colour, viscosity of the egg white, size, colour and firmness of the egg yolk, size of the air cell and albumen height. Nutritional quality is made up of the types and levels of protein, lipids, minerals and carbohydrates, while the egg's nutritional composition varies in terms of shell, egg white and egg yolk, depending mainly on the genetic strain of the laying hen and is moderately affected by feed composition and consumption.

Metabolomics explained

The aim of metabolomic technology is to identify all the metabolites, including carbohydrates, amino acids, lipids, fatty acids, organic acid and vitamins, present in poultry meat and eggs. Metabolomic studies are divided into targeted and untargeted approaches. Targeted metabolomics measure and analyse specific metabolites using quantitative or semi-quantitative methods. While untargeted metabolomics identify a wider range of metabolites and detect novel compounds. Metabolomic technology can be used to identify alterations in biological systems due to age, medication, climate, stress, pathology and temperature. Various analytical techniques are required due to the complexity and the broad physio-chemical properties of the metabolites. The most commonly used analytical platforms are nuclear magnetic resonance and mass spectrometry, along with liquid chromatography, gas chromatography and supercritical fluid chromatography.

Meat quality assessment

Various factors, such as stress, storage, pre and post-slaughter processes and geographical origin, can alter the structure and concentration of the metabolites in poultry meat. Metabolites, including indole-3-carboxaldehyde, urine monophosphate, s-phenylmercapturic acid, gluconic acid, tyramine and serylphenylalanine, determine the freshness of chilled chicken meat. In addition, spoilage bacteria such as *Brochothrix*, *Pseudomonas* and *Serratia* release undesired metabolites which can be recognised through a metabolomic approach. A metabolomic approach can further prevent the development of respiratory infection in poultry at a very early stage by identifying metabolite biomarkers in the blood serum. In this way high-quality poultry meat can be produced while minimising waste. In addition, the metabolomic approach recognises copper toxicity in broilers and reduces its environmental effects on meat quality. Metabolomic analysis can detect different metabolites in chicken breast related to myopathy disease that affects the quality of the meat produced. Stress in poultry produces biochemical indicators, such as corticosterone, adrenal gland ascorbic acid, muscle glycogen and muscle peroxidation, which can be detected with the metabolomic approach. The metabolomic approach is particularly valuable in determining additives and drug residues, including antibiotics like quinolones, amoxicillin and tetracyclines, in poultry meat.

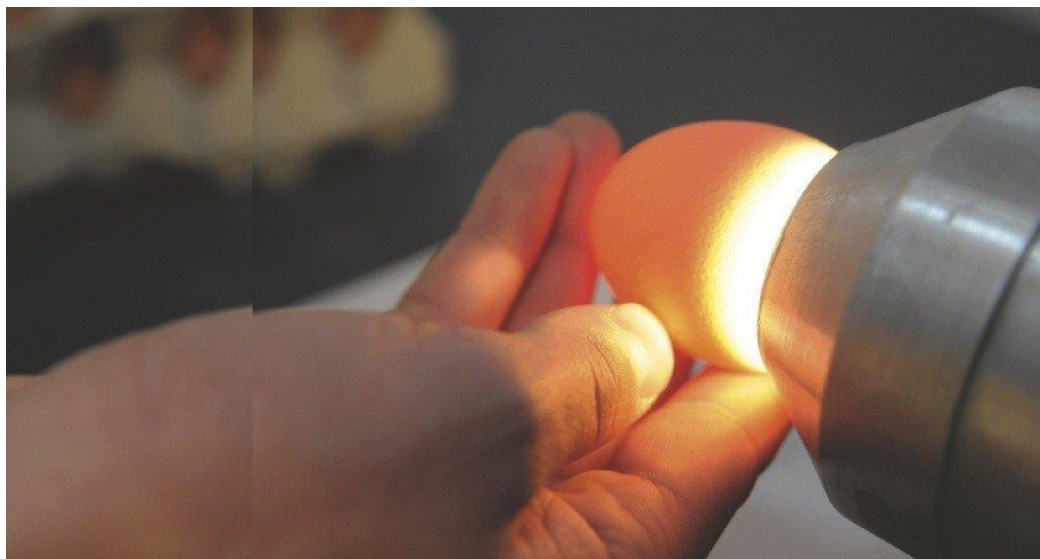
Egg quality assessment

Laying hen breed and feed type affect the metabolite content in chicken eggs. Metabolomics can be applied to differentiate between various types of egg and the nutrient quality of the egg yolk and egg white. Metabolomic analysis can also identify changes occurring in the egg yolk during embryonic development. Metabolomic studies are similarly useful to determine changes in egg yolk metabolites in cooked eggs that increase specific nutritional content, such as fat-soluble vitamins, riboflavin and biotin. Microbial contamination with *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter* spp alters the metabolic profile of eggs, including the metabolic pathways of amino acids and lipids. While a metabolomic approach aids with the identification of microbial contamination, thus preserving egg quality. Metabolomics can also be used as a rapid, efficient and highly sensitive method of detecting antibiotic residue from Levamisole, Mebendazole and Mebendazole in poultry eggs. The metabolomic approach is further used to assess the quality of 'designer eggs' which are nutritionally modified or enriched beyond their natural state. However, further research is needed to integrate sensory evaluation into the metabolomic experimental design to enhance the comprehensive nature of the food quality assessment.

Profilowanie mięsa drobiowego i jaj za pomocą metabolomiki

Metabolomika umożliwia systematyczne i kompleksowe profilowanie istniejących metabolitów w mięsie drobiowym i jajach w celu poprawy ich jakości, co z kolei poprawi zdrowie konsumentów. Metabolomika toruje dalszą drogę w kierunku zwiększenia autentyczności produktów drobiowych z dużą dokładnością i specyficznością.

SAMANEH AZARPAJOUH



Ocena jakości jaj za pomocą tradycyjnych środków może zostać ulepszona dzięki zastosowaniu technologii metabolomicznej. FOTO: PENN COMMUNICATIE

Rosnąca liczba ludności na świecie doprowadziła do wzrostu popytu na produkty drobiowe, przy znacznym wzroście produkcji drobiu na całym świecie. Jednocześnie przemysł drobiarski musi precyzyjnie określać jakość mięsa drobiowego i jaj dla konsumentów. Metabolomika umożliwia szczegółowe zróżnicowanie wskaźników biochemicznych odpowiedzialnych za określenie jakości mięsa drobiowego i jaj w całym łańcuchu dostaw drobiu, od identyfikacji rasy do produktu końcowego, bez uszczerbku dla dobrostanu ptaków. Takie podejście może potencjalnie zwiększyć ogólną jakość mięsa drobiowego i produktów jajecznych, jednocześnie zapobiegając oszustwom żywnościowym. Parametry jakości mięsa Parametry jakości mięsa obejmują obiektywne miary, takie jak wartość odżywcza, skład proksymalny, pH, zdolność zatrzymywania wody, całkowita baza lotna, jakość mikrobiologiczna, siła ścinania, utrata ociekania, straty podczas gotowania, włóknistość, a także miary subiektywne, takie jak kolor, smak, soczystość i kruchość. Czynniki takie jak skład i spożycie paszy dla drobiu oraz środowisko chowu wpływają na skład odżywczy mięsa drobiowego. Parametry jakości jaj Jakość jaj jest określana przez połączenie parametrów wewnętrznych i zewnętrznych, a jaja są klasyfikowane w trzech klasach (AA, A i B). Czynniki zewnętrzne obejmują kolor, rozmiar, grubość skorupy, wysokość, teksturę, czystość, wytrzymałość i szerokość skorupy jaja, natomiast czynniki wewnętrzne obejmują kolor, lepkość białka jaja, wielkość, kolor i jędrność żółtka jaja, wielkość komory powietrznej i zawartość białka. Jakość odżywcza składa się z rodzajów i poziomów białka, lipidów, minerałów i węglowodanów, podczas gdy skład odżywczy jaja różni się pod względem skorupy, białka i żółtka jaja, w zależności głównie od odmiany genetycznej kury nioski i jest umiarkowanie zależny od składu paszy i spożycia.

Metabolomika - wyjaśnienie

Celem technologii metabolomicznej jest identyfikacja wszystkich metabolitów, w tym węglowodanów, aminokwasów, lipidów, kwasów tłuszczowych, kwasów organicznych i witamin, obecnych w mięsie drobiowym i jajach. Badania metabolomiczne dzielą się na ukierunkowane i nieukierunkowane. Metabolomika ukierunkowana mierzy i analizuje określone metabolity przy użyciu metod ilościowych lub półilościowych. Podczas gdy metabolomika nieukierunkowana identyfikuje szerszy zakres metabolitów i wykrywa nowe związki. Technologia metabolomiczna może być wykorzystywana do identyfikacji zmian w systemach biologicznych spowodowanych wiekiem, lekami, klimatem, stresem, patologią i temperaturą. Różne techniki analityczne są wymagane ze względu na złożoność i szerokie właściwości fizykochemiczne metabolitów. Najczęściej stosowanymi platformami analitycznymi są magnetyczny rezonans jądrowy i spektrometria mas, a także chromatografia cieczowa, chromatografia gazowa i chromatografia cieczy w stanie nadkrytycznym.

Ocena jakości mięsa

Różne czynniki, takie jak stres, przechowywanie, procesy przed- i poubojowe oraz pochodzenie geograficzne, mogą zmieniać strukturę i stężenie metabolitów w mięsie drobiowym. Metabolity, w tym indolo-3-karboksaldehyd, monofosforan moczu, kwas s-fenylomerkaptoowy, kwas glukonowy, tyramina i serylofenyloalanina, określają świeżość schłodzonego mięsa drobiowego. Ponadto bakterie powodujące psucie się żywności, takie jak *Brochothrix*, *Pseudomonas* i *Serratia*, uwalniają niepożądane metabolity, które można rozpoznać dzięki podejściu metabolomicznemu. Podejście metabolomiczne może dodatkowo zapobiegać rozwojowi infekcji układu oddechowego u drobiu na bardzo wczesnym etapie poprzez identyfikację biomarkerów metabolitów w surowicy krwi. W ten sposób można produkować wysokiej jakości mięso drobiowe, jednocześnie minimalizując ilość odpadów. Ponadto podejście metabolomiczne rozpoznaje toksyczność miedzi u brojlerów i zmniejsza jej wpływ na jakość mięsa. Analiza metabolomiczna może wykryć różne metabolity w piersi kurczaka związane z chorobą miopatii, która wpływa na jakość produkowanego mięsa. Stres u drobiu wytwarza wskaźniki biochemiczne, takie jak kortykosteron, kwas askorbinowy nadnerczy, glikogen mięśniowy i peroksydacja mięśni, które można wykryć za pomocą podejścia metabolomicznego. Podejście metabolomiczne jest szczególnie cenne w określaniu dodatków i pozostałości leków, w tym antybiotyków, takich jak chinolony, amoksycylina i tetracykliny, w mięsie drobiowym.

Ocena jakości jaj

Rasa kur niosek i rodzaj paszy wpływają na zawartość metabolitów w jajach kurzych. Metabolomika może być stosowana do rozróżniania różnych rodzajów jaj oraz jakości składników odżywczych żółtka i białka jaja. Analiza metabolomiczna może również identyfikować zmiany zachodzące w żółtku jaja podczas rozwoju embrionalnego. Badania metabolomiczne są również przydatne do określania zmian w metabolitach żółtka w gotowanych jajach, które zwiększają określoną zawartość składników odżywczych, takich jak witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, ryboflawina i biotyna. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne bakteriami *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Campylobacter* spp zmienia profil metaboliczny jaj, w tym szlaki metaboliczne aminokwasów i lipidów. Podejście metabolomiczne pomaga w identyfikacji zanieczyszczenia mikrobiologicznego, a tym samym w zachowaniu jakości jaj. Metabolomika może być również stosowana jako szybka, skuteczna i wysoce czuła metoda wykrywania pozostałości antybiotyków z lewamizolu, mebendazolu i mebendazolu w jajach drobiowych. Podejście metabolomiczne jest ponadto wykorzystywane do oceny jakości „projektowanych jaj”, które są modyfikowane pod względem odżywczym lub wzbogacane w sposób wykraczający poza ich naturalny stan. Potrzebne są jednak dalsze badania w celu zintegrowania oceny sensorycznej z metabolomicznym projektem eksperymentalnym, aby zwiększyć kompleksowy charakter oceny jakości żywności.