



Roślinne zamienniki jaj w produkcji żywności

2025

SPIS TREŚCI

Wstęp	3
--------------	---

CZĘŚĆ I

Obecna sytuacja na rynku jaj kurzych

1. Produkcja jaj w Europie	6
1.1. Wykorzystanie jaj w przemyśle: produkty, formy przetwarzania	10
2. Powody stosowania alternatyw jaj w produkcji żywności	13
2.1. Potrzeby konsumentów	14
2.2. Potrzeby producentów żywności	21
3. Właściwości jaj	31
3.1. Właściwości funkcjonalne	32
3.2. Wrażenia sensoryczne	36
3.3. Wartość odżywcza	40

CZĘŚĆ II

Alternatywa – roślinne zamienniki jaj

1. Właściwości jaj i odpowiadające im zamienniki	41
2. Dostępne zamienniki	49
2.1. Oznaczenia na etykietach roślinnych zamienników jaj	52
2.2. Alternatywne składniki pochodzenia roślinnego	53
2.3. Półprodukty i komercyjne zamienniki jaj	67
2.4. Stosowanie kilku zamienników jaj w zależności od rodzaju produktu końcowego	79

CZĘŚĆ III

Prognozy rozwoju rynku

1. Czego możemy się spodziewać po rynku zamienników jaj?	82
2. Precyzyjna fermentacja, czyli jajko nieodzwierzęce	84
3. Rekomendacje dla producentów zamienników jaj	88



Wstęp

Roślinne zamienniki jaj to kategoria produktowa, która na tle alternatyw dla mięsa i nabiału rysuje się jako znacznie mniej rozwinięta. Już niedługo może się jednak znaleźć w centrum zainteresowania rynku – w jej rozwoju upatrujemy licznych korzyści w kontekście zdrowia naszych społeczeństw, jak i transformacji systemu żywnościowego, tak by był bezpieczniejszy i bardziej przyjazny planecie.

Według przewidywań Data Bridge Market Research wartość globalnego rynku roślinnych zamienników jaj wzrośnie z 1,99 mld dolarów w 2022 roku do 9,02 mld dolarów w roku 2030, co odpowiada średniemu rocznemu wzrostowi na poziomie 20,78% ¹. Z kolei analiza i dane GM Insights wskazują, że w 2023 roku wartość rynku alternatyw jaj sięgnęła prawie 150 milionów dolarów, a prognozy wskazują na szybki wzrost aż

1 Vegconomist. (28 lipca 2023). *Global plant-based egg market to grow at 20% CAGR, reaching \$9Bn by 2030*, vegconomist.com/market-and-trends/plant-based-egg-market-growth-2030/ (dostęp: 31 października 2024).



do 679 milionów dolarów w 2032 roku i roczny wzrost na poziomie 19%². Rozbieżności w ocenie wielkości rynku mogą wynikać z odmiennego ujęcia kategorii we wskazanych raportach.

Dla porównania wartość rynku produktów z jaj odzwierzęcych wzrosła z 2,55 mld dolarów w 2022 roku do 2,66 mld dolarów w roku 2023. Do roku 2030 prognozowany jest średni roczny wzrost na poziomie 6,52%. Ten wskaźnik ma się mniej więcej utrzymać, a wartość rynku w roku 2030 wyniesie 3,89 mld dolarów³. Rynek alternatyw dla jaj, mimo że znacznie mniejszy, będzie się rozwijać dużo bardziej dynamicznie, a rozwój technologii takich jak fermentacja precyzyjna pozwoli wytwarzać konkurencyjne cenowo i bezpieczne już nie tylko alternatywy dla jaja kurzego i jego pochodnych, ale tożsame z nimi produkty, co może diametralnie zmienić obraz tej branży.

Co jednak w szerszej perspektywie będzie oznaczał dalszy rozrost tej kategorii produktowej? Innymi słowy, jaki wpływ na kształt dzisiejszego świata ma produkcja jaj odzwierzęcych? Jest kilka czynników, dla których zarówno producenci, jak i konsumenci decydują się na rezygnację z jaj mimo ich szerokiego zastosowania i uniwersalności. W reakcji na rosnące obawy dotyczące zachowania bezpieczeństwa żywności podczas produkcji jaj, a także kwestie etyczne i środowiskowe europejscy konsumenci coraz częściej zwracają się w stronę roślinnych substytutów tego produktu. Do rezygnacji z jaj odzwierzęcych skłaniają ich również alergie pokarmowe czy wysoka zawartość cholesterolu. Alergia na jajka jest jedną z najczęstszych alergii pokarmowych u małych dzieci i zwykle utrzymuje się do dorosłości, a jedynym sposobem radzenia sobie z nią jest wykluczenie jaj z jadłospisu⁴. Choroby odzwierzęce występujące

2 Global Market Insights. (2024). *Plant-based eggs market – By source (Legumes, grains, seeds, algae-based), by form (Liquid, powder), by end-use application (Bakery and confectionery, food processing, foodservice) by distribution channel & forecast, 2024–2032*. gminsights.com/industry-analysis/plant-based-eggs-market (dostęp: 14 listopada 2024).

3 Market Research Future. *Global Egg Products Market Overview*, marketresearchfuture.com/reports/egg-products-market-3859 (dostęp: 31 października 2024). Raport ten segmentuje rynek dwójako – w zależności od rodzaju (proszek jajeczny, jajka w płynie i jajka mrożone) lub w zależności od zastosowania (żywność i napoje, produkty do pielęgnacji osobistej oraz inne).

4 A. Gugała, M. Kurowski, M. L. Kowalski. (2021). *Alergia na pokarmy w Polsce na tle innych krajów Europy – wyniki projektu EuroPrevall. Alergia Astma Immunologia*, 26(1), 18–26.



na fermach drobiu i jaj, takie jak ptasia grypa, róża czy salmonelloza, są jednymi z głównych czynników napędzających rozwój rynku roślinnych zamienników jaj.

Producenci żywności biorą pod uwagę wszystkie kwestie wpływające na wybory konsumentów, a za szukaniem alternatyw przemawiają też dodatkowe czynniki. Jajka nie są najwygodniejszym składnikiem w produkcji żywności – mają krótki okres trwałości, a ze względu na bycie alergenem sprawiają trudności w przechowywaniu i transporcie, gdyż muszą być odseparowane od innych pokarmów. Roślinne zamienniki jaj są w niektórych przypadkach po prostu bardziej funkcjonalne. Co więcej, już 60% kur hodowanych w Unii Europejskiej jest utrzymywanych w systemach bezklatkowych⁵, a całkowity zakaz sprzedaży „trójek” w UE jest przedmiotem toczącej się od lat intensywnej debaty publicznej, co może potencjalnie wpłynąć na mniejszą dostępność jaj na rynku.

Za wykorzystaniem jaj przemawia fakt, że są one bardzo uniwersalnym składnikiem. Ze względu na swoje właściwości żelujące, pieniące i emulgujące odgrywają znaczącą rolę w produkcji żywności. Na rynku jest jednak dostępny szereg produktów roślinnych, które z powodzeniem zastępują poszczególne właściwości jajka, takie jak wiązanie, zagęszczanie, koagulacja czy smak. To, że wciąż są niedoceniane, może być kwestią społecznych przyzwyczajeń do diety opartej na składnikach odzwierzęcych. Okazuje się, że w produkcji nie zawsze potrzebujemy jajka w całości. Innowacyjne roślinne zamienniki, które zastąpiłyby je 1:1, wciąż są jeszcze na wczesnym etapie rozwoju, chociaż na rynku pojawiają się już pierwsze produkty o tych właściwościach. Roślinne alternatywy składników odzwierzęcych radzą sobie już bardzo dobrze, więc to tylko kwestia czasu, zanim roślinne jajko je dogoni. Liczymy, że nasza publikacja przyczyni się do tego oraz że zachęci do aktywnego wspierania rozwoju tej istotnej kategorii.

5 European Commission. Agriculture and rural development. *Eggs*. agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 31 października, 2024).



Część I

Obecna sytuacja na rynku jaj kurzych

1. Produkcja jaj w Europie

Poniższe tabele przedstawiają skalę produkcji jaj (całościowo i z przeznaczeniem do konsumpcji) w poszczególnych krajach europejskich w październiku 2022 roku wraz z prognozą do roku 2023. Polska znajdowała się w 2022 roku na szóstym miejscu pod względem wielkości produkcji jaj⁶.

6 Expert Group for Agricultural Markets. (24 sierpnia 2023). *EU Market Situation for Eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 10 czerwca 2024).



Tabela 1. **Całkowita produkcja jaj w UE**
(Prognoza ekspercka na wiosnę 2023 roku)

Kraj	PRODUKCJA W TONACH			ZMIANA [%]	
	dane za 2021	dane za 2022	prognoza 2023	2022/2021	2023/2022
1. Niemcy	981 000	985 000	958 000	0,4 ↑	-2,7 ↓
2. Francja	1 047 810	964 325	1 019 847	-8,0 ↓	5,8 ↑
3. Hiszpania	870 000	850 000	870 000	-2,3 ↓	2,4 ↑
4. Włochy	806 000	785 000	790 000	-2,6 ↓	0,6 ↑
5. Holandia	703 000	703 000	703 000	0,0	0,0
6. Polska	625 480	538 640	522 520	-13,9 ↓	-3,0 ↓
7. Rumunia	370 000	355 000	365 000	-4,1 ↓	2,8 ↑
8. Belgia	192 500	185 200	189 340	-3,8 ↓	2,2 ↑
9. Szwecja	145 000	154 000	154 000	6,2 ↑	0,0
10. Czechy	179 000	167 000	167 000	-6,7 ↓	0,0
11. Austria	138 720	139 430	139 250	0,5 ↑	-0,1 ↓
12. Portugalia	132 860	140 300	140 500	5,6 ↑	0,1 ↑
13. Węgry	140 400	136 360	161 150	-2,9 ↓	18,2 ↑
14. Dania	103 800	100 800	102 000	-2,9 ↓	1,2 ↑
15. Bułgaria	110 000	111 500	112 000	1,4 ↑	0,4 ↑
16. Grecja	101 000	90 000	90 000	-10,9 ↓	0,0
17. Irlandia	87 700	89 200	89 700	1,7 ↑	0,6 ↑
18. Finlandia	77 736	76 527	76 403	-1,6 ↓	-0,2 ↓
19. Chorwacja	69 874	72 397	72 397	3,6 ↑	0,0
20. Słowacja	68 000	68 000	69 000	0,0	1,5 ↑
21. Litwa	51 000	51 000	51 000	0,0	0,0
22. Łotwa	42 200	42 200	42 200	0,0	0,0
23. Słowenia	24 800	25 500	26 000	2,8 ↑	2,0 ↑
24. Cypr	10 990	9 230	11 100	-16,0 ↓	20,3 ↑
25. Estonia	9 800	9 800	9 800	0,0	0,0
26. Malta	7 100	7 100	7 100	0,0	0,0
UE	7 095 810	6 856 509	6 938 307	-3,4 ↓	1,2 ↑

Sytuacja na rynku jaj w UE, 24 sierpnia 2023 r.

Źródło: Expert Group for Agricultural Markets. (24 sierpnia 2023). *EU Market Situation for Eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 10 czerwca 2024).



Tabela 2. **Całkowita produkcja jaj spożywczych w UE**
(Prognoza ekspercka na wiosnę 2023 roku)

Kraj	PRODUKCJA W TONACH			ZMIANA [%]	
	dane za 2021	dane za 2022	prognoza 2023	2022/2021	2023/2022
1. Niemcy	907 000	915 000	890 000	0,9 ↑	-2,7 ↓
2. Francja	972 310	894 025	943 347	-8,1 ↓	5,5 ↑
3. Hiszpania	870 000	850 000	870 000	-2,3 ↓	2,4 ↑
4. Włochy	765 000	745 000	750 000	-2,6 ↓	0,7 ↑
5. Holandia	625 000	625 000	625 000	0,0	0,0
6. Polska	519 130	446 340	424 020	-14,0 ↓	-5,0 ↓
7. Rumunia	350 000	330 000	340 000	-5,7 ↓	3,0 ↑
8. Szwecja	145 000	154 000	154 000	6,2 ↑	0,0
9. Belgia	145 500	138 200	142 340	-5,0 ↓	3,0 ↑
10. Czechy	152 000	140 000	140 000	-7,9 ↓	0,0
11. Austria	130 560	131 200	131 200	0,5 ↑	0,0
12. Portugalia	112 570	119 300	119 500	6,0 ↑	0,2 ↑
13. Węgry	119 140	115 700	139 040	-2,9 ↓	20,2 ↑
14. Grecja	101 000	90 000	90 000	-10,9 ↓	0,0
15. Dania	92 600	89 000	90 000	-3,9 ↓	1,1 ↑
16. Bułgaria	87 000	88 000	88 000	1,1 ↑	0,0
17. Irlandia	82 000	83 500	84 000	1,8 ↑	0,6 ↑
18. Finlandia	77 540	76 330	76 200	-1,6 ↓	-0,2 ↓
19. Chorwacja	62 652	64 878	64 878	3,6 ↑	0,0
20. Słowacja	62 000	61 000	61 000	-1,6 ↓	0,0
21. Litwa	50 000	50 000	50 000	0,0	0,0
22. Łotwa	41 100	41 100	41 100	0,0	0,0
23. Słowenia	20 400	21 000	21 500	2,9 ↑	2,4 ↑
24. Cypr	10 060	8 200	10 050	-18,5 ↓	22,6 ↑
25. Estonia	9 200	9 200	9 200	0,0	0,0
26. Malta	6 900	6 900	6 900	0,0	0,0
UE	6 515 662	6 292 873	6 361 275	-3,4 ↓	1,1 ↑

Sytuacja na rynku jaj w UE, 24 sierpnia 2023 r.

Źródło: Expert Group for Agricultural Markets. (24 sierpnia 2023). *EU Market Situation for Eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 10 czerwca 2024).



17 października Komisja Europejska opublikowała nowe dane odnośnie produkcji jaj – znalazły się w niej prognozowana liczba jaj wyprodukowanych w 2024 roku, jak i szczegółowe dane odnośnie poziomu produkcji jaj do konsumpcji w UE w 2023 roku⁷. W związku ze zmianą metodologii dane za 2023 dostępne są dla 15 krajów członkowskich. W 2024 prognozuje się, że produkcja jaj w UE wyniesie ok. 6,7 mln ton, a Polska stanie się piątym największym producentem jaj w UE z produkcją na poziomie 670 tys. ton.

⁷ Expert Group for Agricultural Markets. (17 października 2024). *EU market situation for eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 31 października 2024).





1.1. Wykorzystanie jaj w przemyśle: produkty, formy przetwarzania

Jajka wykorzystuje się w kuchni na różne sposoby: jajecznica, jajka sadzone, na twardo, jako baza innych potraw takich jak omlety czy quiche, a także składnik funkcjonalny produktów wymagających jednej z posiadanych przez nie właściwości, na przykład wiązania lub emulgowania. Zrozumienie tych wymagań jest kluczowe, aby odpowiednio dostosować dany zamiennik. Podczas gdy restauracja szybkiej obsługi może szukać produktu pozwalającego na przygotowanie jajecznicy bez jaj, producent majonezu może potrzebować zastąpić jedynie funkcję emulgującą, a indywidualny konsument – oczekiwać elastycznego produktu umożliwiającego różnorakie zastosowania.





Jaja w płynie

Ze względu na swoją wygodę, pasteryzację oraz higieniczne opakowanie, jaja w płynie cieszą się dużą popularnością. Europa odpowiada za niemal 80% światowego importu płynu jajecznego, co czyni go dominującym segmentem europejskiego rynku jaj przetworzonych⁸. Kolejne miejsca zajmują Azja i Ameryka Północna⁹.

Dzięki różnorodnym wariantom produktu – takim jak same żółtka, białka, mieszanka całych jaj oraz opcje wzbogacone o dodatkowe składniki – znajduje on szerokie zastosowanie. Jest wykorzystywany w gastronomii, produkcji wyrobów mlecznych, słodczy oraz pieczywa. Co więcej, rośnie konsumpcja wzbogaconej żywności, takiej jak jogurty, soki, musli czy sosy sałatkowe. W związku z tym prognozuje się wzrost zapotrzebowania na jaja w płynie, które stanowią jeden ze składników tych produktów¹⁰.

Rozmiary i rodzaje opakowań

Produkty jajeczne są dostępne w rozmaitych formatach, które odpowiadają na potrzeby różnych interesariuszy: od konsumentów, przez dostawców usług gastronomicznych, po producentów żywności. Należy pamiętać, że sytuacja na rynku oraz wymagania, które produkty te mają spełniać, mogą się różnić w zależności od kraju. Konsumenci powszechnie kupują całe, surowe jaja, a także płynne produkty na bazie ich białek – również te aromatyzowane, barwione, zagęszczone lub z dodatkiem przypraw, witamin i minerałów. Surowe jaja są sprzedawane w kartonach zawierających od 6 do 30 sztuk. Produkty płynne są zazwyczaj dostępne w butelkach o pojemności 500–1000 g lub kartonach.

8 Mordor Intelligence. *Europe processed egg market*. mordorintelligence.com/industry-reports/europe-processed-egg-market (dostęp: 31 października 2024); Markets and Markets. (Luty 2024). *Egg processing market*. marketsandmarkets.com/Market-Reports/egg-processing-equipment-market-124810046.html (dostęp: 31 października 2024).

9 Tamże.

10 Tamże.



Dla branży gastronomicznej – obejmującej restauracje, szkoły, szpitale, placówki opieki nad osobami starszymi i dziećmi oraz więzienia – dostępny jest szerszy wachlarz rozwiązań, w tym płyny z całych jaj, samych białek, żółtek, a także płynne mieszanki do przygotowania jajecznic. Produkty te są dostępne również w postaci mrożonej.

Płynne produkty są dostępne w workach lub butelkach o pojemności 1–10 kg, kontenerach 1000 kg oraz cysternach 1000–2500 kg, a w przypadku wariantów mrożonych – w wiadrach lub butelkach o pojemności 1–5 kg. Jaja gotowane na twardo są sprzedawane w różnego rodzaju opakowaniach mieszczących od 72 do 3600 sztuk. Na rynku znajdziemy również gotowe do odgrzania produkty, takie jak jajecznica czy omlety.

W gastronomii oraz w produkcji koncentratów spożywczych, suplementów diety czy odżywek stosowane są również jaja w proszku.





2. Powody stosowania alternatyw jaj w produkcji żywności

Zarówno konsumenci, jak i producenci żywności decydują się na rezygnację z jaj na rzecz ich roślinnych alternatyw, kierując się różnorodnymi powodami. Wiele z nich ma znaczenie dla obu stron, jednak w naszym raporcie – posiłkując się metodologią opracowaną przez The Good Food Institute w raporcie *Plant-based egg alternatives: Optimizing for functional properties and applications*, który stanowił istotną inspirację do stworzenia tej publikacji – zostały one podzielone na dwie grupy odbiorców¹¹.

Warto zaznaczyć, że jaja umożliwiają producentom nadanie produktom szczególnych właściwości – zapewniają one atrakcyjność pod względem funkcjonalnym, sensorycznym i odżywczym. Natomiast z konsumentkiego punktu widzenia, niewiele osób aktywnie poszukuje jaj w przetworzonej żywności, jednak istnieje znaczna grupa, która szczegółowo sprawdza etykiety, aby wybierać produkty bez tego składnika¹².

Rys. 1. **Motywacje do przejścia na roślinne zamienniki jaj**



11 M. Grizio, & L. Specht. (2018). *Plant-based egg alternatives: Optimizing for functional properties and applications*. The Good Food Institute. gfi.org/wp-content/uploads/2021/01/2018-GFI-plant-based-egg-alternatives.pdf (dostęp: 31 października 2024).

12 Tamże.



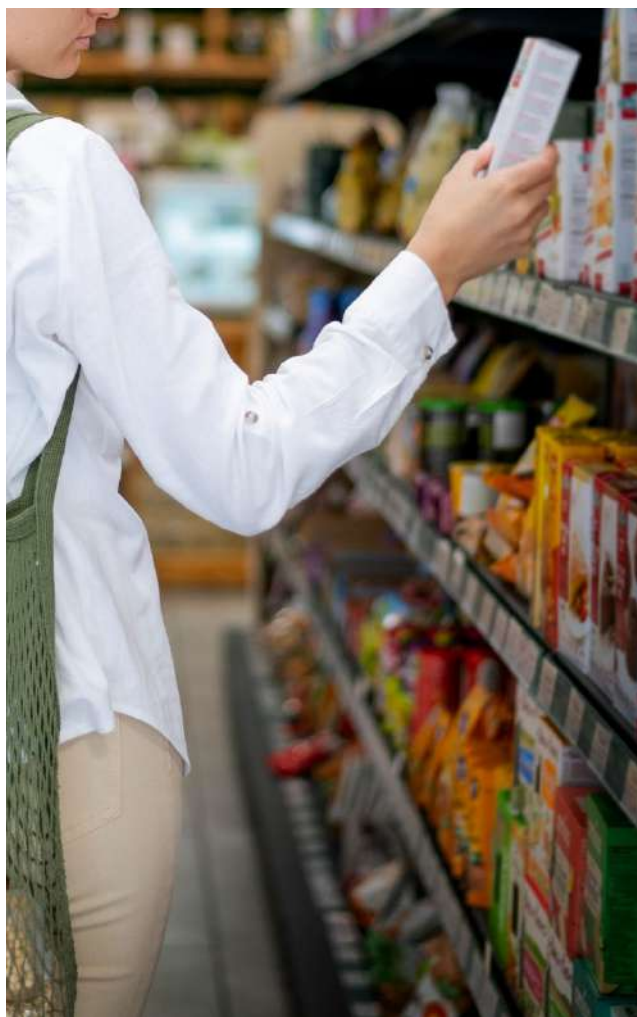
2.1. Potrzeby konsumentów

Bezpieczeństwo żywności

Wykorzystywanie jaj w produkcji żywności podlega ścisłym regulacjom mającym na celu zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa żywności. Nieprzestrzeganie tych zasad niesie za sobą zagrożenia związane między innymi z występowaniem salmonellozy. Aby ograniczyć jej negatywne skutki, w Polsce działa krajowy program zwalczania niektórych serotypów salmonelli u kur niosek, który został przedłużony do 2025 roku¹³.

Obowiązki producentów jaj związane z zapewnieniem bezpieczeństwa żywności

Producenci jaj w skorupkach są zobowiązani do wdrażania środków zapobiegających zanieczyszczeniu salmonellą w gospodarstwie, a także jej rozwojowi w trakcie procesu przechowywania i transportu. Jaja przeznaczone do konsumpcji muszą pochodzić od stad poddawanych niezbędnym badaniom. Profilaktyka chorób zakaźnych wymaga również stosowania właściwych praktyk hodowlanych oraz bioasekuracji. Czynnikiem chorobotwórczy salmonellozy bytuje i rozprzestrzenia się w środowisku, w którym przebywają zwierzęta, w związku z czym próbki pobierane w ramach badań to próbki środowiskowe, na przykład kał czy kurcz. Nawet



13 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. (2023). *Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 lutego 2023 r. w sprawie wprowadzenia „Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów Salmonella w stadach kur niosek gatunku Gallus gallus” na lata 2023-2025* (Dz.U. 2023 poz. 391). isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20230000391/O/D20230391.pdf (dostęp: 31.10.2024).



jeżeli w badaniu laboratoryjnym uzyskano wynik dodatni takich prób i uznano stado za zakażone, nie oznacza to, że mięso czy jaja pozyskane z takiego stada również są zakażone. Mimo to jaja nie mogą być przeznaczone do bezpośredniego spożycia przez ludzi jako jaja konsumpcyjne. W uzasadnionych przypadkach organ Inspekcji Weterynaryjnej wydaje decyzję o zabiciu lub uboju zakażonych stad niosek.

Zagrożenia związane ze złym wykorzystywaniem jaj w produkcji żywności

Użytkowanie jaj w produkcji i przygotowaniu żywności jest objęte szczególnymi wytycznymi dotyczącymi na przykład naświetlania, dezynfekcji jaj oraz ich przechowywania. Niespełnienie odpowiednich wymogów może prowadzić do zmian w strukturze jaj lub chorób wynikających z rozwoju bakterii, grzybów oraz pleśni. Złe przechowywanie i przygotowywanie może skutkować zakażeniem bakterią *Salmonella*, która w ciężkich przypadkach może prowadzić do hospitalizacji chorego oraz potrzeby stosowania silnych antybiotyków.

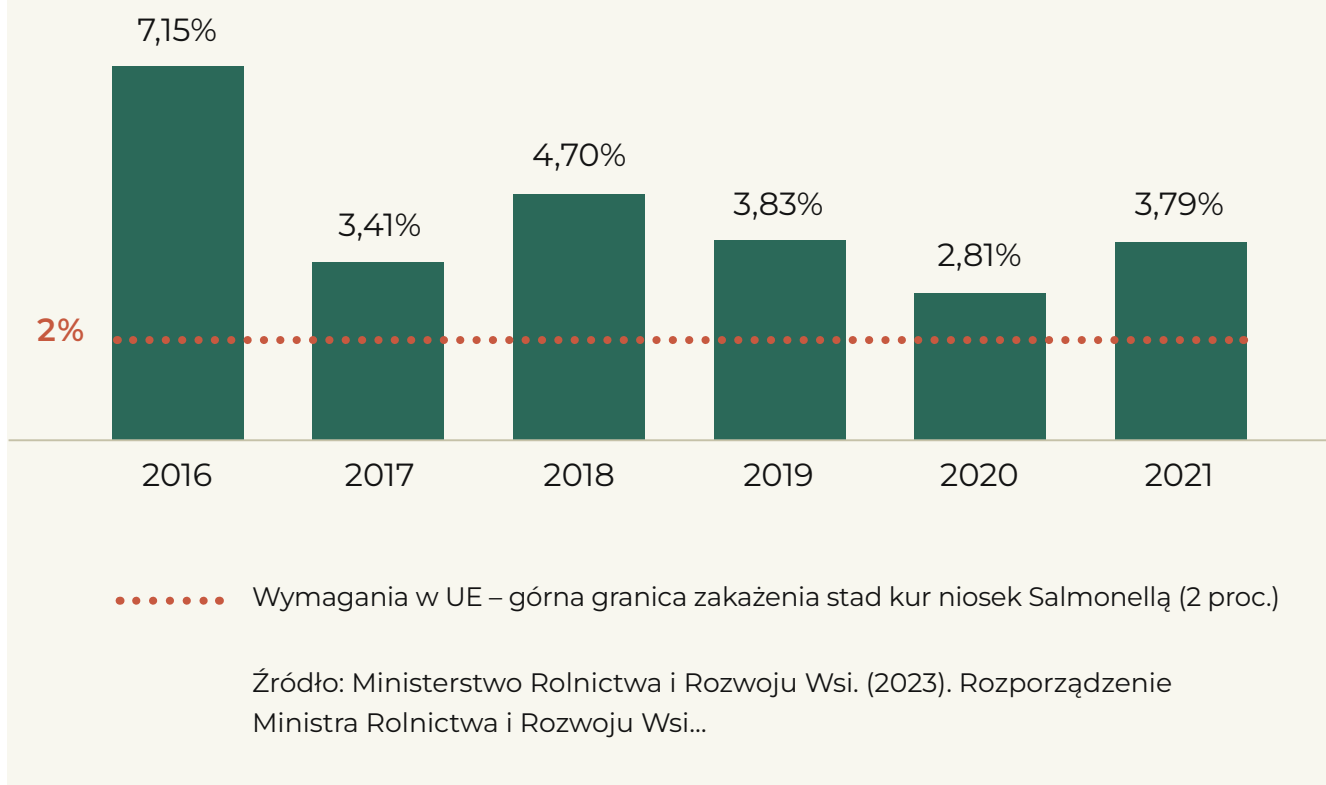
W Polsce mamy do czynienia z podwyższonym poziomem występowania *Salmonelli* wśród kur niosek¹⁴. Od lat procent dorosłych stad zakażonych tymi groźnymi bakteriami jest znacznie wyższy niż przewidują normy unijne (obecnie wynoszą one 2 procent, a w przyszłości mają nie przekraczać 1 procenta¹⁵). Jak widać na poniższym wykresie 1, odsetek stad niosek, w których występuje *Salmonella*, niekiedy przewyższa wytyczne UE nawet kilkukrotnie.

14 Tamże.

15 Związek Przedsiębiorców i Pracodawców. (Sierpień 2020). *Raport „Salmonella w stadach kur niosek towarowych (*Gallus Gallus Domesticus*) – występowanie, koszty oraz zapobieganie”*. Związek Przedsiębiorców i Pracodawców. zpp.net.pl/wp-content/uploads/2021/01/Raport-Salmonella.pdf (dostęp: 31 października 2024).



Wykres 1. Procent stad dorosłych zakażonych bakteriami Salmonella w Polsce



Przekłada się to na wysoką liczbę przypadków salmonellozy wśród ludzi. Z analizy corocznych raportów Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny, dotyczących chorób zakaźnych i zatruć, wynika, że w 2023 roku odnotowano 10 348 przypadków zachorowań¹⁶, co stanowi najwyższą liczbę od 2007 roku¹⁷. Występowanie salmonellozy niesie za sobą obciążenie systemu ochrony zdrowia, a także koszty społeczne oraz finansowe ponoszone przez hodowców i producentów.

16 Czarkowski, M. P., & Wielgosz, U. (2024). *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2023 roku*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy (dostęp: 31 października 2024).

17 Raporty dostępne są na stronie internetowej Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego PZH – Państwowego Instytutu Badawczego; podstrona Zakładu Epidemiologii Chorób Zakaźnych i Nadzoru www.wold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/index_p.html#01 (dostęp: 31 października 2024).



Salmonelloza – koszty związane z występowaniem zachorowań

Szacuje się, że koszt leczenia jednego pacjenta wynosi około 2000 zł, co przy 10 000 przypadkach zachorowań rocznie przekłada się na łączną kwotę 20 mln zł. (nie obejmuje to kosztów wykraczających poza leczenie, takich jak nieobecność w pracy i straty ekonomiczne ponoszone z tego tytułu)¹⁸.

Całkowite koszty realizacji krajowego programu zwalczania wybranych serotypów *Salmonella* w latach 2008-2018, w tym rekompensaty dla producentów drobiu

za poniesione straty, szacuje się na blisko 490 mln zł¹⁹. Mimo tych wysokich wydatków, efektywność programu pozostawia wiele do życzenia, gdyż – jak wcześniej wspomniano – w Polsce nadal dochodzi do przekroczeń unijnych norm.

Szacuje się, że koszt leczenia jednego pacjenta wynosi około 2000 zł, co przy 10 000 zachorowaniach rocznie daje kwotę 20 mln zł.

Inne zagrożenia związane z wykorzystywaniem jaj

Obecnie w gastronomii rośnie świadomość potrzeby zapewnienia odpowiedniej możliwości wyboru osobom, które muszą wyeliminować jaja ze swojej diety między innymi ze względu na alergie pokarmowe. Uczulenie na jaja jest drugą z najczęstszych przyczyn występowania alergii pokarmowych, zaraz za mlekiem krowim²⁰. Rosnąca chęć podejmowania zrównoważonych decyzji zakupowych przez Polaków również może przyczyniać się do unikania potraw zawierających jaja. Zgodnie z danymi FAO, przemysł drobiarski, obejmujący hodowlę niosek, kurczaków mięsnych (tzw. brojlerów) oraz produkcję jaj, odpowiada za 9% całkowitej emisji gazów cieplarnianych pochodzących z hodowli zwierząt²¹. Z kolei

18 Związek Przedsiębiorców i Pracodawców. (Sierpień 2020). *Raport „Salmonella w stadach kur niosek towarowych...*

19 Tamże.

20 M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, & J. Charzewska (red.). (2020). *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny.

21 FAO. (2023). *Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems*. doi.org/10.4060/cc9029en (dostęp: 13 listopada 2024).



sama produkcja jaj stanowi 3% tych emisji²². Koszty eksternalizowane przemysłowej produkcji drobiu wykraczają poza kwestie emisji gazów cieplarnianych, o czym w szerszym ujęciu mowa jest w publikacji *Rozwój przemysłowej hodowli drobiu w Polsce a koszty eksternalizowane*²³.

Trudności związane z alternatywami dla jaj

Główne problemy w rozwoju alternatyw dla jaj w gastronomii wynikają z barier technologicznych i skomplikowanych procesów produkcyjnych. Konieczny jest ponadto rozwój wiedzy na temat związku między strukturą a właściwościami składników roślinnych, które wchodzi w skład zamienników jaj. Ważnym aspektem jest również kontynuowanie prac nad wartościami odżywczymi i tworzenie równoważnościowych lub bardziej wartościowych produktów, które będą mogły zastępować jaja.



²² Tamże.

²³ ZOBSiE. (Listopad 2018). *Rozwój przemysłowej hodowli drobiu w Polsce a koszty eksternalizowane*. zobsie.pl/images/raport%20drob%202018_2.pdf (dostęp: 13 listopada 2024).



Rosnące zainteresowanie dietą roślinną wśród konsumentów

Popyt na żywność pochodzenia roślinnego wśród konsumentów spowodował, że wartość sprzedaży w tym segmencie w 2022 roku w Polsce wyniosła 1,5 mld zł²⁴. Z badań przeprowadzonych przez GfK wynika, że odbiorcami alternatyw dla mięsa są również osoby, w których koszykach zakupowych lądują także produkty odzwierzęce – jako osoby świadomie ograniczające spożycie mięsa określa się 33% polskich konsumentów. Jak wskazują dane GfK, 48% Polek i Polaków przynajmniej raz w miesiącu spożywa roślinne zamienniki mięsa. Żywność pochodzenia roślinnego kojarzy się z pozytywnym wpływem na zdrowie i zrównoważonym rozwojem. Część konsumentów poszukuje produktów niezawierających jaj, w szczególności w celu uniknięcia reakcji alergicznych, a także obniżenia poziomu cholesterolu we krwi. Ważnym aspektem jest też chęć wspierania zrównoważonych i przyjaznych dla zwierząt produktów, marek lub firm.

48% Polek i Polaków przynajmniej raz w miesiącu spożywa roślinne zamienniki mięsa

Alergie pokarmowe

Jaja to jeden z alergenów pokarmowych. Szacuje się, że alergia na nie dotyka około 0,5–2,5% małych dzieci, a jej skutki mogą wywoływać rozmaite objawy – od łagodnej wysypki aż po wstrząs anafilaktyczny. W myśl Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji

24 G. Mech, GfK. (19 października 2023). Prezentacja podczas konferencji Plant-Powered Perspectives 2023. Warszawa.



(WE) nr 608/2004 (Dz.U. L 304 z 22.11.2011, s. 18 z późn. zm.)²⁵ obecność jaj w składzie produktu musi być wskazana w oświadczeniu o alergenach występujących w danym produkcie spożywczym lub na jego etykiecie, aby w sposób jednoznaczny i widoczny informować o tym konsumentów. Stosowanie tego składnika może zatem zniechęcać osoby poszukujące produktów niewywołujących reakcji alergicznych. Często zdarza się, że nawet gdy tylko jeden członek rodziny jest uczulony na daną żywność, pozostali domownicy decydują się na przestrzeganie ograniczonej diety²⁶.

Odżywianie i zdrowy tryb życia

W przeciwieństwie do składników pochodzenia roślinnego, które naturalnie nie zawierają cholesterolu, jaja posiadają go dość sporo. Chociaż istnieje prawdopodobieństwo, że tłuszcze nasycone w większym stopniu niż jaja przyczyniają się do całkowitego poziomu cholesterolu we krwi, spożywanie go w codziennej diecie nadal budzi obawy, szczególnie w przypadku niektórych grup osób, takich jak osoby genetycznie podatne na hipercholesterolemię. Redukcja cholesterolu poprzez zastąpienie jaj roślinnymi alternatywami może sprawić, że produkty te będą znacznie atrakcyjniejsze dla konsumentów dbających o zdrowie²⁷. Jednocześnie należy zaznaczyć, że jaja, zawierające niemal wszystkie witaminy poza witaminą C, są uznawane za jedno z najcenniejszych produktów²⁸. Ich wartość odżywcza wynika również z białka kurzego, które dostarcza kompletny zestaw aminokwasów niezbędnych²⁹.

25 Łuniewska, G. *Alergeny – regulacje prawne oraz obowiązki informowania*. FoodFakty. foodfakty.pl/alergeny-regulacje-prawne-oraz-obowiazek-informowania (dostęp: 31 października 2024).

26 Tamże.

27 Tamże.

28 A. Łabędź. (27 października 2024). *Jaja – wartości odżywcze i zastosowanie kulinarne*. Dietetycy. dietetycy.org.pl/jaja-wartosci-odzywcze-i-zastosowanie-kulinarne/ (dostęp: 31 października 2024).

29 Tamże.



2.2. Potrzeby producentów żywności

Zrównoważony rozwój

Obecnie coraz więcej konsumentów zwraca uwagę na ślad węglowy produktów, które trafiają do ich koszyków³⁰, dlatego pisząc o roślinnych alternatywach dla jaj, trudno nie wspomnieć o aspekcie środowiskowym. Zamienniki pod tym względem wypadają znacznie korzystniej od ich odzwierzęcego odpowiednika. Niezależnie od tego, czy planujemy wprowadzić na rynek samoistny produkt – na przykład roślinną jajecznicę lub proszek zastępujący jajko w wypiekach – czy uwzględnić roślinny zamiennik w składzie bardziej złożonego wyrobu, klienci chętniej zdecydują się na zakup, mając świadomość, że wybierają bardziej zrównoważony i przyjazny planecie wariant.



Produkcja jaj kurzych odpowiada za 3% emisji gazów cieplarnianych generowanych przez hodowlę zwierząt, która w całości wytwarza aż 12% wszystkich antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych (dane FAO na 2015 rok) i tym samym stanowi jeden z głównych czynników globalnego ocieplenia³¹. Dla porównania roślinne alternatywy mają potencjał

30 Yara. (28 lutego 2023). *Strong European consumer demand for sustainable food*. Yara. yara.com/corporate-releases/strong-european-consumer-demand-for-sustainable-food/ (dostęp: 31 października 2024).

31 FAO. (2023). *Pathways towards lower emissions...*



zredukowania tych emisji aż o 93%, zużywając przy tym również do 98% mniej wody³².

Większość jaj pochodzi z ferm przemysłowych³³, a kondensacja dużej liczby ptactwa na możliwie jak najmniejszej powierzchni powoduje, że powstający w trakcie hodowli obornik jest często niewłaściwie utylizowany i przedostaje się do lokalnych wód, zanieczyszczając je. Oprócz degradacji lokalnego środowiska naturalnego jest to często niezwykle uciążliwe dla okolicznych mieszkańców, a także obniża wartość ich nieruchomości. Produkcja roślinnych alternatyw dla jaj nie wymaga pośrednika – kury – eliminując tym samym ryzyko zanieczyszczenia otoczenia i uciążliwych zapachów.



32 JUST Egg. Learn. ju.st/learn (dostęp: 31 października 2024).

33 A. Rondoni, D. Asioli, & E. Millan. (2020). Consumer behaviour, perceptions, and preferences towards eggs: A review of the literature and discussion of industry implications. Trends in Food Science & Technology, 106, 391–401. doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.038 (dostęp: 31 października 2024).



Z tej samej przyczyny zamienniki wygrywają również w kwestii zużycia gruntów rolnych, ponieważ nie wymagają upraw roślin pastewnych przetwarzanych następnie na paszę dla niosek. Obecnie produkcja jaj wymaga 6,27 m. kw. ziemi na kilogram wyprodukowanych jajek³⁴, aby wykarmić kury dostarczające jajek światowej populacji (globalnie zjemy ich aż 10,34 kg na osobę, czyli ok. 81 mln ton jaj rocznie)³⁵.

Nie należy zapominać, że na Ziemi stale przybywa ludności – wzrastać więc będzie również zapotrzebowanie na żywność, co już teraz stanowi wyzwanie dla mocno nadwyrężonych zasobów naturalnych.

OECD szacuje, że produkcja jaj kurzych osiągnie 105 809 tys. ton w 2031 roku, a roczne spożycie wyniesie 11,6 kg na osobę.

OECD szacuje, że produkcja jaj kurzych osiągnie 105 809 tys. ton w 2031 roku, a roczne spożycie wyniesie 11,6 kg na osobę³⁶. W związku z tym kluczowe jest poszukiwanie rozwiązań umożliwiających bardziej zrównoważoną produkcję żywności.

W związku z uproszczonym łańcuchem produkcji niewymagającym utrzymywania hodowli niosek roślinne zamienniki jaj stanowią znacznie bardziej przyjazną środowisku alternatywę. Ich produkcja może być skalowana i łatwiej dostosowywana do potrzeb rosnącej populacji, jednocześnie nie stawiając kolejnych wyzwań środowiskowych przed przemysłem spożywczym i planetą.

Tylko 2,4% jaj produkowanych w Polsce znoszą nioski utrzymywane w chowie ekologicznym³⁷. Pozostałe 97,6% pochodzi z chowu klatkowego, ściółkowego lub wolnowybiegowego (dane te dotyczą jaj pakowanych przeznaczonych do spożycia)³⁸.

34 Our World in Data. *Land use per kilogram of food product*. ourworldindata.org/grapher/land-use-per-kg-poore?tab=table (dostęp: 31 października 2024).

35 Our World in Data. *Per capita consumption of eggs*. ourworldindata.org/grapher/per-capita-egg-consumption-kilograms-per-year?tab=table (dostęp: 31 października 2024).

36 OECD & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (29 czerwca 2022). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031*. doi.org/10.1787/f1b0b29c-en (dostęp: 13 listopada 2024).

37 Główny Urząd Statystyczny. (2024). *Pakowanie jaj kurzych konsumpcyjnych w 2024 roku*. stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/produkcja-zwierze-zwierzeta-gospodarskie/pakowanie-jaj-kurzych-konsumpcyjnych-w-2024-roku,11,4.html (dostęp: 13 listopada 2024).

38 Tamże.



Według raportu przygotowanego na zlecenie WWF, do produkcji 100 gramów mięsa drobiowego potrzeba 96 gramów soi, a do wyprodukowania jednego jajka ważącego 55 gramów zużywa się 29 gramów soi³⁹. Roczna konsumpcja soi przez przeciętnego mieszkańca UE-27 i Wielkiej Brytanii wynosi 60,6 kg, z czego aż 91% (54,9 kg) pochodzi z paszy dla zwierząt i trafia do organizmu w postaci produktów odzwierzęcych, regularnie obecnych w diecie większości ludzi⁴⁰.

Wpływ hodowli drobiu środowisko jest wielowymiarowy. W publikacji *The environmental impact of poultry production* wskazano niewłaściwe zarządzanie obornikiem i ściółką, odpady z zakładów przetwórczych (krew, kości, pióra itp.), padłe ptaki, kurz, owady, czy nieprzyjemne zapachy⁴¹. Intensywna hodowla drobiu odpowiada za emisję gazów cieplarnianych, o czym wspominaliśmy wcześniej, zakwaszenie i eutrofizację gleb⁴². Na każdą tonę jaj kurzych noski produkują kilka ton obornika. Emisje amoniaku z tych odpadów stanowią zagrożenie dla zdrowia i bezpieczeństwa w gospodarstwach rolnych, a zanieczyszczenie wody odpadami z substancji wykorzystywanych jako nawóz jest główną przyczyną utraty różnorodności biologicznej w strumieniach oraz powstawania martwych stref oceanów. Wielu producentów żywności z własnej inicjatywy wprowadza do swoich



39 B. Kuepper & M. Stravens. (Styczeń 2022). *Mapping the European Soy Supply Chain – Embedded Soy in Animal Products Consumed in the EU27+UK*, Amsterdam: Profundo. www.feu.awsassets.panda.org/downloads/2021_106_european_soy_supply_wnf_2201_final.pdf (dostęp: 13 listopada 2024).

40 Tamże.

41 V. Rodic, i in. (2011). The environmental impact of poultry production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(4), 1673-1679. doi.org/10.2298/BAH1104673R.

42 Tamże.



polityk wskaźniki zrównoważonego rozwoju w ramach szerszych strategii mających na celu ochronę środowiska. Przeniesienie środka ciężkości na produkcję roślinnych alternatyw dla jaj może im pomóc w osiągnięciu tych celów, a także zyskać przychylną opinię w oczach konsumentów.

Przechowywanie

Płynne produkty jajeczne są powszechnie stosowane w przemyśle spożywczym, ale mają krótki okres przydatności do spożycia i łatwo się psują, dlatego po otwarciu opakowania należy je szybko zużyć, co zwiększa ilość odpadów wynikających z ich stosowania. Ponadto zarówno one, jak i ich mrożone warianty wymagają przechowywania w strefach chłodniczych. Suche zamienniki jaj stanowią obecnie największą część rynku zamienników jaj i przewiduje się, że będą najszybciej rozwijającą się gałęzią tego segmentu. Są łatwiejsze w obsłudze, mają dłuższy okres przydatności do spożycia oraz nie wymagają specjalnych warunków przechowywania.

Segregacja produktów zawierających alergeny i zachowanie czystości stanowisk produkcyjnych

Alergeny mogą stanowić dla producentów żywności szczególne wyzwanie, ponieważ zawierające je produkty muszą być oddzielane od pozostałych, aby zapobiec zanieczyszczeniom krzyżowym. Rygorystyczne wymagania dotyczące czyszczenia stanowisk produkcyjnych, a także testy wykrywające obecność alergenów pomiędzy kolejnymi seriami produktów mogą komplikować harmonogram i powodować opóźnienia produkcji. Ze względu na konieczność oddzielnego przechowywania oraz specjalne oznakowania produktów zawierających jaja utrudnione jest również ich magazynowanie i późniejsze przechowywanie. Ponadto składniki powodujące alergię muszą zostać uwzględnione w firmowej strategii dotyczącej bezpieczeństwa żywności. Zastąpienie jaj roślinnymi odpowiednikami usprawnia zatem planowanie, produkcję i magazynowanie, oszczędzając tym samym zarówno czas, jak i pieniądze.



Zwiększona funkcjonalność

W przypadku niektórych zastosowań roślinne zamienniki jaj charakteryzują się lepszą funkcjonalnością niż ich odzwierzęce odpowiedniki.

NA PRZYKŁAD:

- w kremach, ciastach, musach i nadzieniach przygotowywanych bez jaj smak pozostałych składników takich jak owoce, warzywa i przyprawy może być znacznie wyraźniejszy i łatwiej wyczuwalny;
- konsystencja budyniów i kremów przygotowanych z dodatkiem niektórych przecierów owocowych zawierających enzymy jest trwalsza niż w przypadku zastosowania w ich miejsce jaj;
- stosowanie zamienników jaj pozwala cukiernikom wyeliminować proces pasteryzacji, co pomaga obniżyć koszty i przygotowywać receptury charakteryzujące się silniejszym, bardziej „surowym” smakiem składników;
- alternatywy dla jaj, takie jak skrobie i gumy, pozwalają na zmniejszenie zawartości tłuszczu w gotowych produktach.

Istnieje również wiele produktów, **które tradycyjnie zawierają w składzie jaja, ale usunięcie ich z receptury nie zmienia znacząco ich smaku i funkcjonalności**. Tak jest w przypadku stosowania białka jaja w chlebie lub kluskach.

Cena

Ceny jaj są niestabilne, a ich wahania w ciągu roku wynikają z kilku czynników, takich jak: 1) krótki okres przydatności do spożycia (gromadzenie zapasów staje się niemożliwe; 2) sezonowa konsumpcja produktów, co prowadzi do zmiennego popytu; 3) epidemie ptasiej grypy. W 2021 roku świat zmagał się z gwałtowną falą tej choroby⁴³. W Polsce wykryto

43 J. Solska. (25 stycznia 2023). *Jaja droższe od kury. Ptasia grypa pustoszy kurniki i nasze portfele*. Polityka. polityka.pl/tygodnikpolityka/rynek/2199102,1,jaja-drozsze-od-kury-ptasia-grypa-pustoszy-kurniki-i-nasze-portfele.read (dostęp: 31 października 2024).



wówczas 403 ogniska zachorowań, co wymusiło zabicie 14,2 mln ptaków, a koszt tego działania wyniósł około 800 mln zł⁴⁴. Zgodnie z danymi Krajowej Rady Drobiarstwa, w grudniu 2022 roku hurtowe ceny jaj wzrosły o 75% w porównaniu do roku poprzedniego, a wzrost cen detalicznych w tym czasie był jeszcze bardziej znaczący⁴⁵.

W grudniu 2022 roku hurtowe ceny jaj były już o 75% wyższe w stosunku do roku poprzedniego.

Skoki cen i wynikająca z nich niepewność skłoniły wielu producentów żywności do zastanowienia się nad wprowadzeniem zmian i wypróbowaniem alternatywnych rozwiązań. Czynniki te – pogłębiane dodatkowo o brak stałej dostępności jaj – sprawiają również, że zabezpieczanie umów z dostawcami stanowi czasem wyzwanie. Ponadto w ostatnich latach wzrost zanotowały rozwiązania wykorzystujące jaja spełniające wyższe standardy dobrostanowe, czyli pochodzące z chowu ekologicznego lub bezklatkowego. Ich wyższe ceny wynikają z większych kosztów produkcji i ograniczonej podaży, a także rosnącego popytu wśród konsumentów.

Rynek roślinnych alternatyw dla jaj jest najbardziej rozwinięty w Stanach Zjednoczonych, gdzie w ostatnim czasie produkty z tej kategorii zbliżyły się do osiągnięcia parytetu cenowego z jajami kurzymi⁴⁶. Według danych GFI, w 2021 roku substytuty kosztowały około 11 dolarów więcej za kilogram niż jaja kurze. Różnica ta zmniejszyła się do około 7,7 dolara w 2022 roku, a przyczyniły się do tego przede wszystkim wzrost cen jaj kurzych, ale też spadek cen jaj pochodzenia roślinnego⁴⁷.

Deklaracje wycofywania jaj klatkowych

Jak wynika z raportu opublikowanego przez Otwarte Klatki, Anima International oraz Fundację Alberta Schweitzera (Albert Schweitzer

44 Tamże.

45 Tamże.

46 Good Food Institute. *Executive Summary. State of the Industry Report: Plant-based meat, seafood, eggs, and dairy*. gfi.org/resource/plant-based-meat-eggs-and-dairy-state-of-the-industry-report/ (dostęp: 31 października 2024).

47 Tamże.



Foundation), do końca 2023 roku 161 polskich firm z branż handlowej, spożywczej i HoReCa zadeklarowało, że wycofają jaja klatkowe ze swojej oferty i produkcji do końca roku 2025.⁴⁸ Warto podkreślić, że już 39% z nich wprowadziło te zobowiązania⁴⁹.

Firmy zobowiązują się do zaprzestania wykorzystywania jaj klatkowych w każdej formie – zarówno świeżych, jak i przetworzonych (na przykład w postaci proszku czy płynu). Deklaracje sklepów obejmują jaja świeże marki własnej i innych marek oraz jaja używane w produktach marki własnej.

Skąd taka decyzja? Aż 74,4% ankietowanych Polek i Polaków uważa, że utrzymywanie kur w klatkach nie zapewnia tym zwierzętom odpowiednich warunków życia. Prawie 7 na 10 Polek i Polaków (67,4%) sądzi, że z jajek z chowu klatkowego powinny zrezygnować restauracje, markety i producenci żywności⁵⁰. Takie przekonania kształtują oczekiwania konsumentów względem oferty firm. Wydając oficjalne oświadczenie o rezygnacji z jaj klatkowych, firmy odpowiadają na oczekiwania klientów i podkreślają swoje zaangażowanie w odpowiedzialne działania.

Dzisiejszy sukces firmy opiera się nie tylko na wysokiej jakości oferowanych produktów, ale także na odpowiedzialnym marketingu i dbałości o wizerunek. Konsumenci coraz częściej kierują się nie tylko ceną czy jakością produktu, ale również podejściem firmy do kwestii społecznych i środowiskowych. W Polsce rosnąca troska o dobrostan zwierząt hodowlanych jest wyraźnie widoczna. Klienci chcą mieć pewność, że jajka, które kupują, pochodzą od kur żyjących w odpowiednich warunkach. Takie postawy społeczne coraz bardziej wpływają na decyzje zakupowe i kształtują rynek. Konsumenci chcą oznaczyć rodzaju chowu (klatkowy,

48 Otwarte Klatki, Anima International, & Fundacja Alberta Schweitzera. (2023). *Wycofanie jaj z chowu klatkowego: Raport 2023. Podsumowanie postępów w branży spożywczej, handlowej i HoReCa*. storage.googleapis.com/otwarteklatki-wp-media/sites/1/2024/03/Raport-JOTZ-2023-V3-PS.pdf (dostęp: 31 października 2024).

49 Pełna lista firm rezygnujących z jaj klatkowych jest dostępna na stronie monitoringu postępu: politykadobrostanu.pl

50 Otwarte Klatki, 8 na 10 Polek i Polaków przeciwnych hodowli klatkowej kur. otwarteklatki.pl/blog/badania-opinii-publicznej-jak-one-to-znosza (dostęp: 10 lutego 2025).



ściółkowy, wolnowybiegowy, ekologiczny) na opakowaniach produktów gotowych (makarony, pasty, dania gotowe, majonezy i tym podobne). Za umieszczeniem takich informacji na opakowaniach spożywczych produktów zawierających jaja opowiada się aż 78,6% ankietowanych⁵¹.



51 Otwarte Klatki, Anima International, & Fundacja Alberta Schweitzera. (2023). *Wycofanie jaj z chowu klatkowego: Raport 2023. Podsumowanie postępów w branży spożywczej, handlowej i HoReCa*. storage.googleapis.com/otwarteklatki-wp-media/sites/1/2024/03/Raport-JOTZ-2023-V3-PS.pdf (dostęp: 31 października 2024)

Komentarz: **Mikołaj Gągorowski**, Hortimex

Wątek alternatywy wobec jaj pojawia się w zasadzie w dwóch obszarach:

- 1 jako imitacja jajecznicy w gotowej formule do przygotowania w domu lub oferowanej do HoReCa;*
- 2 zastępowanie białka kurzego w wyrobach typu beza i w innych produktach cukierniczych i piekarniczych.*

Białka roślinne mają dobre właściwości pianotwórcze i częściowo emulgujące, stąd też możliwość zastosowania ich w przemyśle jako wspomnianej alternatywy. Potencjał póki co nie jest duży – są to pojedyncze zapytania i projekty, ale nasi partnerzy intensywnie pracują nad swoimi produktami i ich funkcjonalnością.

W zakresie rzemieślniczym cukiernie i piekarnie doskonale sobie radzą z taką kompozycją na przykład ciast i tortów, aby były wegańskie. Podstawowym wyzwaniem pozostaje zapotrzebowanie na takie produkty na półce sklepowej. To będzie determinować dalsze doskonalenie znanych już rozwiązań i pojawianie się nowych.





3. Właściwości jaj⁵²

Jaja odgrywają istotną rolę jako składniki funkcjonalne innych produktów spożywczych. Wynika to z ich składu i właściwości molekularnych, które indywidualnie mogą spełniać kilka różnych funkcji, a co za tym idzie – odpowiadać za różne ostateczne cechy produktu wpływające na wrażenia konsumentów (takie jak smak, konsystencja czy wygląd). Mimo tego właściwości molekularne jaj dzielone są zazwyczaj na trzy kategorie: właściwości funkcjonalne, wrażenia sensoryczne i wartości odżywcze (zob. tabela 3).

Tabela 3: **Właściwości funkcjonalne, sensoryczne i molekularne jaj**

Funkcjonalne	Sensoryczne	Odżywcze
Stabilizacja piany	Odczucia w ustach	Fortyfikacja białkiem
Wiązanie	Smak i zapach	
Zagęszczanie	Brązowienie	
Zapewnianie wilgotności	Klarowanie	
Kontrola krystalizacji	Połysek	
Emulgacja		
Koagulacja		
Antybakteryjność		

Źródło: Grizio, M., & Specht, L. (2018). *Plant-based egg alternatives...*

⁵² Znacząca część podrozdziałów „Właściwości jaj”, „Alternatywne składniki pochodzenia roślinnego” oraz „Potrzeby producentów żywności” została zaczerpnięta i przetłumaczona z raportu GFI autorstwa Grizio i Specht (2018) *Plant-based egg alternatives...*. Uzupełniliśmy je o dodatkowe dane, informacje oraz kontekst dostosowany do polskich realiów.



Ze względu na swój skład i wynikające z niego właściwości, jaja posiadają wiele różnych zastosowań w branży spożywczej. W zależności od sposobu użycia dodają produktowi cech, które wpływają na doświadczenia wybierających go konsumentów, w tym na jego właściwości odżywcze, funkcjonalne, a także cechy sensoryczne – smak, zapach, konsystencję i wygląd.

3.1. Właściwości funkcjonalne

Emulgowanie

Emulgatory to cząsteczki, które mają jeden koniec hydrofilowy (pozwalający łączyć się z wodą) i jeden hydrofobowy (odpychający cząsteczki wody). Dzięki temu mogą wiązać się jednocześnie z wodą i olejem, stabilizując w ten sposób mieszaninę oleju i wody (takie jak majonez), aby zapobiec ich rozwarstwianiu. Przy odpowiednim wymieszaniu i proporcjach składników emulgatory zmniejszają napięcie powierzchniowe, co umożliwia zawieszenie drobnych kropelek jednej z faz w drugiej, tworząc emulsję wodno-olejową lub olejowo-wodną. Jaja naturalnie zawierają związki działające jako emulgatory, w tym fosfolipidy i lipoproteiny w żółtku oraz białka albuminy w białku. Najważniejszym emulgatorem w jajach jest lecytyna fosfolipidowa. Cholesterol obecny w żółtku również działa jako emulgator.



fot: AAK UK | Egg replacers



Koagulacja

Koagulacja zachodzi podczas rozkładu trzeciorzędowej struktury białka odsłaniającego jego hydrofobowe elementy, które są następnie silnie przyciągane przez hydrofobowe elementy innych rozłożonych białek. Proces rozkładu nazywa się denaturacją i może być wywoływany działaniem ciepła, kwasów, soli, alkoholu lub mechanicznie, na przykład poprzez ubijanie. Jaja zawierają ponad 40 różnych białek. Po denaturacji białka te łączą się ze sobą i dochodzi do koagulacji, która nieodwracalnie przekształca jajo z płynu w stan półstały lub stały. Właściwość jaj do koagulacji można wykorzystywać do tworzenia nowych produktów (na przykład omletów) poprzez dodawanie w trakcie trwania procesu innych składników, które zostają związane i wmieszane w powstającą masę.

Żelowanie

Żel spożywczy charakteryzuje się lepkosprężystością i może być wykonany z polisacharydów lub białek. Jaja mogą służyć do wytwarzania żelu białkowego – trójwymiarowej sieci białek i wody, która tworzy teksturę i strukturę typową dla niektórych produktów spożywczych, takich jak kremy. Podobnie jak w przypadku koagulacji, do wywołania denaturacji niezbędnej do wystąpienia żelowania wymagane jest ciepło lub inne czynniki wyzwalające. Procesy te różnią się głównie tym, że żelowanie prowadzi do powstania gładkiej tekstury wynikającej z dodania wody do mieszaniny. W przeciwieństwie do kremów żel ma konsystencję nadającą się do krojenia, co wskazuje na uporządkowaną strukturę białkowo-wodną. Właściwości żelu zależą od stopnia denaturacji i stężenia białek.

Zagęszczanie

Koagulacja powoduje, że surowe jajo zmienia się z płynu w ciało półstałe lub stałe. W ten sposób jaja mogą działać jako zagęszczacz w różnych produktach, takich jak budynie i sosy. Ponadto jaja mogą powodować gęstnienie masy poprzez emulgowanie (na przykład w cieście), ponieważ emulsje są bardziej lepkie niż olej i woda, z których powstają.



Wiązanie

Jaj można używać do łączenia ze sobą składników. Wiązanie, czyli innymi słowami adhezja, jest efektem koagulacji i żelowania. Zastosowania powierzchniowe obejmują na przykład wiązanie panierki z obtaczaną w niej żywnością czy zapewnienie przyczepności różnych posypek do bajgli. Właściwości wiążące jaj wykorzystuje się również w produktach mięsnych, takich jak kiełbasy, a także w rozmaitych wypiekach.

Zapewnianie wilgotności

Zdolność wiązania wody przez białka i żółtka jaj sprawia, że są one skutecznymi środkami utrzymującymi wilgotność produktów. Ta właściwość jest szczególnie przydatna w piekarnictwie, ponieważ opóźnia proces czerstwienia produktów i wydłuża okres przydatności do spożycia. Jaja mogą pomóc w wytworzeniu i utrzymaniu wilgotnego miękiszu, co jest postrzegane jako wskaźnik jakości oraz świeżości wypieków.

Stabilizacja piany

Jaja, zwłaszcza ich białko i obecne w nim albumina oraz owomucyna, wyróżniają się zdolnością do stabilizowania piany. Proces ten jest często nazywany spienianiem lub napowietrzaniem. Ma on kluczowe znaczenie w przypadku niektórych produktów, takich jak bezy czy nugat. Kluczem do wytworzenia piany jest mechaniczne mieszanie i ubijanie, które powoduje wprowadzenie powietrza do żywności, a także denaturację białek jaja, skutkując ich połączeniem i tym samym zatrzymując pęcherzyki powietrza wewnątrz masy.

W wyrobach piekarniczych stabilizacja piany bierze udział w procesie zakwaszania. Jest to szczególnie ważne w przypadku nadawania objętości i struktury lekkim wyrobom cukierniczym, takim jak ciasto anielskie czy biszkopt. Obecność gazu w cieście jest wynikiem działania sody oczyszczonej, drożdży, pary i mieszania mechanicznego. Podczas pieczenia białka jaj łączą się z białkami pszenicy (glutenem), tworząc mocną, elastyczną sieć uwięzionych pęcherzyków powietrza, które mogą rozszerzać się podczas



ogrzewania. Ta sieć białek pomaga wypiekom zachować wysokość oraz kształt po schłodzeniu.



fot: Dava Foods

Kontrola krystalizacji

Niektóre składniki żywności są w pewnych warunkach podatne na krystalizację. Na przykład rozpuszczony cukier używany w słodczych może się rekrystalizować podczas przechowywania, zwłaszcza przy działaniu zmiennej temperatury i wilgotności. Proces ten może prowadzić do zmętnienia powierzchni i ziarnistej tekstury, zmniejszając jakość i trwałość produktu. Jaja mogą działać jako składnik zakłócający, opóźniający lub uniemożliwiający krystalizację. W zależności od rodzaju słodczy jest to związane z rolą odgrywaną przez białko w wiązaniu substancji, ale może być również efektem emulgowania i stabilizacji piany. Kontrola krystalizacji jest ważna w przypadku krówek, trufli, nugatów oraz fondantów.



Podobnie jaja mogą kontrolować krystalizację lodu w mrożonkach, które podlegają ciągłemu rozmrażaniu i ponownego zamrażaniu ze względu na niewielkie wahania temperatury podczas dystrybucji oraz przechowywania. Po kilku takich cyklach kryształki lodu mogą stać się dość duże, zmieniając konsystencję produktu. Dodatek jaj może minimalizować wzrost kryształów. W przypadku produktów takich jak lody pomaga to zachować ich gładką i kremową teksturę.

3.2. Wrażenia sensoryczne

Odczucia w ustach

Jaja mogą dodawać smaku niektórym produktom spożywczym. Odczucia w ustach (ang. mouthfeel) oznaczają wrażenia w jamie ustnej i gardle wywołane jedzeniem oraz napojami. Dzięki procesom emulgowania i zagęszczania jaja mogą zagwarantować bogaty, kremowy posmak majonezów i sosów, natomiast ich właściwości żelujące zapewniają kremom delikatnie galaretowatą teksturę. Produkt ma dzięki temu spójną, nadającą się do krojenia strukturę, która ugryziona daje charakterystyczne odczucie rozpadania się na kawałki. Stopień skupienia żelu może się wahać od słabego do mocnego, a związane z nim odczucia w ustach – od delikatnej kremowości po twardość.



Smak i zapach

W jajach zidentyfikowano co najmniej 115 lotnych związków smakowo-zapachowych. Jaja mają zazwyczaj łagodny lub neutralny smak.



Charakteryzują się jednak lekko siarkowym posmakiem i aromatem, co wynika z obecności w białku aminokwasów zawierających siarkę: cysteiny i metioniny. Co więcej, żółtka zawierają tłuszcz, który – dodawany do innych produktów spożywczych – jest nośnikiem smaku. W żywności wystawionej na działanie wysokich temperatur podczas pieczenia jaja przyczyniają się również do powstawania reakcji Maillarda. Efektem tej reakcji są smaki opisywane jako lekko przypalone i słodowe.

Barwa

Żółto-pomarańczowy kolor żółtka wynika z obecności ksantofili, ale także niewielkich ilości karotenoidów. Ponieważ ptaki nie potrafią syntetyzować karotenoidów, stężenie tych związków w jajach będzie wynikać przede wszystkim z ptasiej diety, która może obejmować na przykład żółtą kukurydzę i lucernę, a także ekstrakty z nagietka i papryki. Aby zapewnić preferowany przez konsumentów, złoty kolor żółtka, do paszy dla kurcząt dodaje się zazwyczaj żółte i czerwone karotenoidy. Producenci monitorują tę kwestię za pomocą próbek kolorów – od żółtej po czerwoną – co pozwala im dostosować paszę i suplementy w celu uzyskania pożądanego koloru. Do karotenoidów powszechnie występujących w żółtkach jaj należą luteina, zeaksantyna, kantaksantyna, cytranaksantyna, ester apokarotenu i kryptoksantyna.





Brązowienie

Białka jaja mogą przyczyniać się do brązowienia żywności w wyniku reakcji Maillarda. Ta reakcja chemiczna zachodzi, gdy aminokwasy i określone rodzaje cukrów, zwane cukrami redukującymi, są podgrzewane razem w wysokich temperaturach. Brązowienie jest ważną cechą wypieków i wpływa szczególnie na powierzchnię żywności, gdzie temperatura jest najwyższa. Reakcja Maillarda wytwarza również różnorodne związki smakowo-zapachowe, które powodują charakterystyczne odczucia w ustach podczas spożywania pieczonych potraw.





Połysek

Glazura jajeczna nałożona na powierzchnię wypieków przed pieczeniem nadaje połysk gotowemu produktowi. Takie rozwiązanie stosuje się zwykle w przypadku skórek ciast, miękkich precli i chałki. Za błyszczące wykończenie odpowiada zawartość tłuszczu w żółtku jaja. Oprócz zapewnienia połysku pokrycie powierzchni wypieków płynnym jajkiem odpowiada za złoty lub brązowy kolor, który jest efektem zachodzącej podczas pieczenia reakcji Maillarda.

Cechy sensoryczne kształtowane w procesach technologicznych

Ponieważ białka jaja mogą ulegać koagulacji, można ich używać do klarowania płynów takich jak buliony czy wina. Podczas koagulacji drobne cząstki zawieszone w płynie zostają wychwycone i uniesione na powierzchnię, skąd można je zebrać. Na podobnej zasadzie białko jaja lub rafinowaną albuminę stosuje się jako środek wiążący nadmiar garbników w winie. W tym przypadku cząstki osiadają na dnie, pozostawiając klarowane wino. Redukcja garbników powoduje, że wino jest mniej gorzkie i cierpkie oraz ogólnie zyskuje znacznie lepszy smak.

W procesie klarowania wina można wykorzystywać wiele alternatyw dla jaj, takich jak: filtry, węgiel, glina bentonitowa, wapień, glina kaolinowa, kazeina roślinna, żel krzemionkowy i białka roślinne. Buliony można natomiast klarować, filtrując je przez warstwy tkaniny.



3.3. Wartość odżywcza

Fortyfikacja białkiem

Zawartość białka w jajach może sprawić, że będą mieć zastosowanie w produktach wymagających dodatkowego wzbogacenia proteinami, takich jak batony czy koktajle. Podczas gdy jedno duże jajo zawiera około 12,5% (lub nieco ponad 6 gramów) białka, jaja w proszku zawierają go znacznie więcej – 48% w przypadku całych sproszkowanych jaj i 81% w przypadku samych białek.



Producent makaronów Barilla zmienił formułę swojej linii Protein+, która na rynku amerykańskim składa się obecnie wyłącznie z produktów wzbogaconych białkiem pochodzenia roślinnego. Makaron, kiedyś zawierający dodatek białek kurzych, jest obecnie wytwarzany z semoliny z pszenicy durum zmieszanej z białkiem soczewicy, ciecierzycy i grochu.⁵³

53 E. Schroeder. (21 lutego 2020). *Barilla turns to plant-based ingredients for pasta line*. Food Business News. foodbusinessnews.net/articles/15471-barilla-turns-to-plant-based-ingredients-for-pasta-line (dostęp: 31 października 2024)



Część II

Alternatywa – roślinne zamienniki jaj

1. Właściwości jaj i odpowiadające im zamienniki

Zanim zajmiemy się poszukiwaniem i testowaniem gotowych roślinnych zamienników jaj w produktach lub daniach, warto zastanowić się, jakie dokładnie właściwości jaja potrzebujemy, i spróbować zastąpić je jednym z roślinnych składników.



Tabela 4. **Właściwości jaj i przykłady gotowych zamienników dostępnych na rynku**

Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Emulgacja	Izolaty i koncentraty białek roślin strączkowych aquafaba* skrobie(modyfikowane E1400-1500): • skrobia kukurydziana • skrobia ziemniaczana • skrobia ryżowa • skrobia pszenna • skrobia z tapioki błonnik: • błonnik jabłkowy • błonnik cytrusowy • błonnik Iniany • błonnik owsiany • inulina • alfa-dekstryna • psyllium inne: • mąka z alg • lecytyny E322 *W formie płynnej lub sproszkowana.	Nutrava Citrus Fiber Nutrava Citrus Fiber Boost vEGGs Wajko



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Zagęszczanie	białko ziemniaczane białka roślin strączkowych: • białko soi* • białko czarnej fasoli • białko ciecierzycy • białko soczewicy • białko fasoli mung białka zbóż mąki: • mąka sojowa • mąka grochowa • mąka z orzechów ziemnych** substancje żelujące i gumy: • agar E406 • alginian sodu E401 • pektyna E440 • karagen E407 • guma guar E412 • guma arabska E414 • guma ksantanowa E415*** skrobie (modyfikowane E1400-1500): • skrobia kukurydziana • skrobia ziemniaczana • skrobia ryżowa • skrobia pszenna • skrobia z tapioki błonnik: • błonnik jabłkowy • błonnik cytrusowy • błonnik lniany • błonnik owsiany	Potato Protein 300 Wajko



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Wiązanie	pochodne celulozy: • karboksymetyloceluloza E466 • hydroksypropylometyloceluloza E464 Inne: • przeciery owocowe (głównie bananowy i jabłkowy) • nasiona chia i siemię lniane**** • inulina • alfa-dekstryna • psyllium *Enzymatycznie zmodyfikowane w celu poprawy rozpuszczalności hydrolizaty białka sojowego są szczególnie skuteczne w stabilizacji piany. ** Mąki mają mniejszą zawartość białka, ale wykazują właściwości wiążące i zagęszczające ze względu na zawartość skrobi i błonnika. *** W połączeniu z mączką chleba świętojańskiego, gumą tara czy korzeniem drzewa konjac. **** W połączeniu z wodą.	vEGGs Wajko



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Stabilizacja piany	lecytyny pochodzenia roślinnego E322: • lecytyna sojowa • lecytyna słonecznikowa • lecytyna rzepakowa izolaty i koncentraty białek roślin strączkowych Aquafaba	Lecital S Lecital SF BungeMaxx Aquafaba (The VERY Food Co) Aquafaba (Hammermuhle) Aquafaba (Dary Natury) Aquafaba (Vitko) EggField One Aquafaba OGGS Aquafaba
Połysek	mieszanina skrobi kukurydzianej z wodą lecytyny pochodzenia roślinnego E322 syrop kukurydziany lub glukozowy* oleje roślinne * W połączeniu z wodą	Dribrite BF Wajko



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Odczucia w ustach	substancje żelujące i gumy: • agar E406 • alginian sodu E401 • pektyna E440 • karagen E407 • guma ksantanowa E415* skrobie: • skrobia kukurydziana • skrobia ziemniaczana • skrobia ryżowa • skrobia pszenna • skrobia z tapioki * W połączeniu z mączką chleba świętojańskiego.	Yumgo Mein Ei-Ersatz (BIOVEGAN) Megga Exx
Brązowanie	karmel białka roślin strączkowych (reakcja Maillarda) białka zbóż	
Smak i zapach	sól himalajska (kala namak)	



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Zapewnienie wilgotności	lecytyny pochodzenia roślinnego E323 izolaty i koncentraty białek roślin strączkowych białka zbóż przeciery owocowe (głównie bananowy i jabłkowy) syropy i dekstryny (syrop kukurydziany, maltodekstryna E1400) nasiona chia/siemię lniane* mąka z alg * W połączeniu z wodą	Yumgo Mein Ei-Ersatz (BIOVEGAN) Megga Exx Wajko
Kontrola krystalizacji	białka roślin strączkowych białka zbóż karagen E407 błonnik mąka z alg	



Właściwości jaj	Substancje/składniki roślinne dające ten sam efekt	Przykłady gotowych zamienników
Barwa	naturalne barwniki spożywcze: • likopen E160d • annato E160b • kurkuma/kurkumina E100 • ekstrakty z papryki syntetyczne barwniki spożywcze: • tartrazyna E102 • erytrozyna E127 substancje bogate w barwniki: • czerwony olej palmowy • witamina B2 (ryboflawina)	Wajko



2. Dostępne zamienniki

Wśród roślinnych zamienników dla jaj znajdziemy pojedyncze składniki, a także gotowe mieszanki, które zapewniają szerszy wachlarz właściwości funkcjonalnych. Jajo jest składnikiem złożonym, dlatego nie istnieje jedna alternatywa, która sprawdzi się we wszystkich zastosowaniach. Zamienniki należy zatem dobierać, mając na względzie funkcje jaja, które chce się reprodukcować.



Całkowite wyeliminowanie jaj z receptur bez zastąpienia ich roślinnymi alternatywami bardzo często całkowicie zmienia smak i strukturę wypieków czy deserów, skraca ich trwałość oraz powoduje zanik cech pożądaných przez konsumentów. W przypadku obaw powodowanych kosztami lub innymi względami związanymi z przejściem na roślinne zamienniki jaj warto rozważyć chociaż częściowe zmniejszenie całkowitej



liczby jaj w składzie i zastosowanie w ich miejsce produktów alternatywnych w proporcjach zapewniających odpowiedni smak oraz pożądaną konsystencję.

Na rynku B2B jest dostępnych wiele komercyjnych zamienników jaj. Większość z nich to mieszanki skrobi, gum, środków spulchniających, błonnika, emulgatorów, białek i stabilizatorów lub monoprodukty, takie jak lecytyny, błonnik czy aquafaba. W powyższej tabeli wyjaśniono, które z nich odpowiadają konkretnym właściwościom funkcjonalnym jaj. Receptury niektórych mieszanek zostały opracowane w taki sposób, aby zastępować kilka z tych funkcji jednocześnie. Co więcej, producenci zamienników jaj oferują potencjalnym partnerom konsultacje w celu dobrania odpowiedniego wariantu receptury i jego ilości oraz warunków obróbki, które pozwolą uzyskać pożądaný efekt w wypiekach lub innych produktach spożywczych. Dzięki temu zastąpienie jaj roślinnymi alternatywami może zostać przeprowadzone w bardziej elastyczny i skuteczny sposób.

W przypadku mniejszych cukierni lub indywidualnych piekarzy produkty potentatów takich jak Nestle, Kerry czy Corbion nie zawsze są dostępne ze względu na wysokie minimalne wolumeny zamówień. Warto sprawdzić oferty marek Sosa Ingredients, Free From That czy Toofood, które w swoich produktach wykorzystują składniki oferowane przez duże firmy spożywcze i sprzedają je klientom indywidualnym bezpośrednio lub za pośrednictwem dystrybutorów w różnych krajach.



fot.: freefromthat.com

Komentarz: **Wojciech Starowicz**

Cukiernia Starowicz, twórca produktu „Wajko”

„Ale co zamiast jajka?”

Zauważyłem, że temat zastępnika jajek w biznesach, które chcą wprowadzić roślinne wersje swoich produktów, stanowi dużą, wręcz psychologiczną barierę. Można powiedzieć, że historycznie i kulturowo jajko tak mocno osadziło się w przepisach kulinarnych – zarówno tych wytrawnych, jak i słodkich – że stanowi tak ważny element wielu receptur, że ciężko nam wyobrazić sobie przygotowanie ich bez jego użycia. Wielokrotnie spotkałem się z takimi sytuacjami, w których próbowano zastąpić składniki pochodzenia zwierzęcego składnikami roślinnymi, i z większością z nich jak mleko, masło (ogólnie tłuszcze) czy żelatyna nie ma problemu.

Często natomiast pada pytanie „ale co zamiast jajka?”. Niektóre przepisy bez właściwości, które daje jajko, po prostu nie wychodzą.

Dlatego stworzenie alternatywy, która będzie spełniała te same funkcje co jajko, było dla mnie bardzo ważne. Wajko odpowiada na prawie wszystkie potrzeby związane z zastosowaniem jajek w naszej cukierni, jak i u partnerów, którzy testowali właściwości Wajka na swoich produktach.

Uważam, że dzięki wprowadzeniu do sprzedaży prostego w użyciu roślinnego zastępnika jajka wiele firm mogłoby odważyć się na wprowadzenie roślinnych produktów do swojej oferty.





2.1. Oznaczenia na etykietach roślinnych zamienników jaj

Z badań opublikowanych w 2022 roku wynika, że w latach 2016-2021 na światowy rynek trafiły 102 produkty stanowiące roślinną alternatywę dla jaj⁵⁴. W wyniku analizy informacji umieszczanych na przednich etykietach tych produktów autorzy raportu *Vegan Egg: A Future-Proof Food Ingredient?* byli w stanie zidentyfikować trendy dominujące na rynku zamienników jaj. Zdrowie, dobre samopoczucie, naturalny skład, zrównoważony rozwój i wygoda stanowią dla konsumentów najważniejsze kwestie. W ramach tych potrzeb wyraźnie zarysowały się cztery główne trendy pośrednie: 1) brak składników pochodzenia zwierzęcego, składniki wegańskie; 2) składniki wegetariańskie (preferencja wynikająca z troski o zdrowie, dobre samopoczucie i zrównoważony rozwój); 3) obniżona zawartość alergenów bądź ich całkowity brak; 4) składnik bezglutenowy



54 F. Boukid, & M. Gagaoua. (2022). *Vegan egg: A future-proof food ingredient?* *Foods*, 11(2), 161. doi.org/10.3390/foods11020161 (dostęp: 31 października 2024).



(preferencja wynikająca z troski o zdrowie i dobre samopoczucie)⁵⁵. Konsumentenci zaczęli zwracać większą uwagę na to, jaki wpływ na ich zdrowie fizyczne oraz psychiczne ma to, co jedzą. W rezultacie producenci jaj roślinnych zaczęli brać pod uwagę wykorzystanie szerokiego spektrum nowych składników, aby stworzyć portfolio produktów zaspokajających potrzeby wszystkich konsumentów, również tych o specjalnych wymaganiach żywieniowych. Jak wynika z raportu, 80,4% producentów podaje na opakowaniu informacje o braku lub obniżonej zawartości alergenów, wszystkie etykiety roślinnych alternatyw jajek zawierają informację, że produkt jest odpowiedni dla wegan i wegetarian, ale tylko nieco ponad 30% producentów oznacza swoje alternatywy jaj jako „produkt roślinny”. Oznaczenia, takie jak obniżony poziom lub brak cholesterolu pojawiają się w przypadku 41% etykiet, a na więcej niż jednej trzeciej produktów znajdziemy informacje o łatwości w przygotowaniu. Na etykietach pojawiają się także informacje o braku konserwantów, ekologicznym pochodzeniu, czy braku wykorzystania surowców GMO.

2.2. Alternatywne składniki pochodzenia roślinnego

Białko ziemniaczane

Emulgowanie Żelowanie Wiązanie Stabilizacja piany

Białko ziemniaczane Solanic 300 jest jednym z niewielu dostępnych na rynku koagulujących zamienników jaj i jest oferowane jako produkt B2B firmy Avebe. Ma właściwości emulgujące, pieniące oraz żelujące. Nadaje się jako zamiennik białek pochodzenia zwierzęcego, takich jak kazeiniany, izolat białek serwatkowych, żelatyna oraz białko i żółtko jaja w różnych wyrobach cukierniczych.

Solanic 300 – pod nazwą Potatowhip – można również zamówić w mniejszych opakowaniach u producenta Sosa Ingredients lub w sklepach cukierniczych i piekarniczych. Ponadto białko ziemniaczane Potato

⁵⁵ Tamże.



Protein 300 jest dostępne w sklepie Free From That, a Solanic 300 – w sklepie internetowym Petry Stahlova.

Francuska marka Yumgo oferuje suche i płynne zamienniki białka, żółtka i całych jaj. Również w tym przypadku jednym z głównych składników jest białko ziemniaczane.

Barwniki

Barwa

Aby naśladować żółto-pomarańczową barwę żółtek jaja wynikającą z obecności karotenoidów w jego składzie, można zastosować barwniki spożywcze. Te naturalne obejmują ekstrakty likopenu, annato, kurkumy i papryki. Drugą możliwością jest użycie składników koloryzujących, takich jak czerwony olej palmowy, który zawiera beta-karoten. Kolejną opcją





mogą być również barwniki syntetyczne. Na przykład tartrazyna E102⁵⁶ i żółcień pomarańczowa FCF E110 mogą zostać zmieszane z erytrozyną E127, aby uzyskać różnorodne odcienie żółtego i pomarańczowego. Aby nadać produktowi żółty kolor, można również zastosować witaminę B2 (ryboflawinę). Barwniki brązowe, takie jak barwnik karmelowy, można dodawać w celu uzyskania efektu imitującego brązowanie jaj pod wpływem temperatury, na przykład w produktach piekarniczych.

Przyprawy

Barwa

Przyprawy takie jak kurkuma i papryka mogą być używane również po to, aby nadać żywności żółtego lub pomarańczowego koloru. Kurkuma jest powszechnie stosowana w kuchni domowej, aby nadać żółtą barwę tofucznicy i tym samym sprawić, by bardziej przypominała tradycyjną jajecznicę.

Aromaty

Smak i zapach

W ofertach firm specjalizujących się w tej gałęzi przetwórstwa spożywczego są dostępne aromaty, które ściśle odpowiadają smakowi jajka. Imponującego postępu w tej dziedzinie dokonano w ciągu ostatniej dekady w odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie na wersje tradycyjnych produktów jajecznych. Opracowane aromaty nazywane są aromatami jajecznymi. Ważne jest, aby producent opisał zamierzone zastosowanie produktu przedstawicielowi firmy oferującej aromaty, aby zapewnić właściwy dobór dodatku. Smak jajeczny najlepiej nadający się do jajecznicy bez użycia jajek może nie sprawdzić się tak samo dobrze w roślinnych kremach lub majonezie.

56 Należy do barwników z grupy Southampton, której nazwa odnosi się do badań przeprowadzonych przez naukowców z Uniwersytetu Southampton. Wykazali oni korelację spożycia barwnika z wystąpieniem nadpobudliwości u dzieci. Co za tym idzie – prawo Unii Europejskiej nakłada na producentów obowiązek dodania komunikatu na etykiecie produktów zawierających ten składnik na temat szkodliwości E102. Por. [Odżywianie.info.pl](http://odzywianie.info.pl). (27 listopada 2018). *Barwniki z grupy Southampton – charakterystyka i wpływ na zdrowie*. [Odżywianie.info.pl](http://odzywianie.info.pl). odzywianie.info.pl/przydatne-informacje/artykuly/art.barwniki-z-grupy-southampton-charakterystyka-i-wplyw-na-zdrowie.html (dostęp: 31.10.2024).



Firmy sprzedające aromaty prowadzą bazy danych dotyczące zastosowań i zalecanych poziomów użycia każdego ze swoich produktów. Jeśli pożądanym jest smak kojarzony z produktami piekarniczymi, podmioty te mają w swoim portfolio tak zwane „aromaty brązowe” (ang. brown flavors).

Warto również pamiętać, że nie wszyscy konsumenci przepadają za smakiem jajek w wypiekach, ciastach, kremach czy innych produktach spożywczych. Wyeliminowanie jajek bardzo często pozwala wydobyć czysty, wyraźny smak takich składników, jak owoce, warzywa i zioła. W tych przypadkach nie ma potrzeby rozważać substytucji aromatu jajecznego.

Czarna sól himalajska

Smak i zapach

Czarna sól himalajska (kala namak) może być stosowana, aby nadać żywności siarkowego posmaku przypominającego jajko. Jest szczególnie cenna w użytku domowym, gdzie komercyjne środki aromatyzujące nie są dostępne. Dzięki naturalnej zawartości siarki zyskała popularność jako dodatek do tofucznicy, sprawiając, że smakuje bardziej jak jajecznicą.

***Choć w naszych recepturach trudno zastąpić jajka,
nie jest to niemożliwe!***

Ważne jest, aby być świadomym, jaką funkcję pełnią w każdym przepisie białka, żółtka i całe jaja, i tym samym być w stanie dobrać odpowiednie składniki, którymi można je zastąpić.

Jordi Bordas,

cukiernik, założyciel szkoły cukierniczej Jordi Bordas



Lecytyny

Emulgacja Zapewnianie wilgotności

W procesie emulgowania można stosować lecytyny sojowe i słonecznikowe. Wybór emulgatora zależy między innymi od stosunku wody do oleju w produkcie końcowym, temperatury, w której ma być utworzona emulsja, a także zasolenia.

Zwykle lecytyny stosuje się jako emulgatory w czekoladach i produktach o dużej zawartości tłuszczu (od 30% w górę). W przypadku receptur o niższej zawartości tłuszczu lepsze działanie może wykazywać błonnik.

Funkcjonalność lecytyny

Zastosowanie	Właściwość
biskopki i inne rodzaje ciast, wypieki drożdżowe, ciastka	Poprawia trwałość produktu, zapewnia bardziej miękkie i ciągliwe miękisz, dłużej utrzymuje wilgoć w produktach.
kremy o dużej zawartości tłuszczu, majonezy i inne sosy	Zapewnia gładką konsystencję, kremowe odczucie w ustach i błyszczące wykończenie.



Białka i mąki z roślin strączkowych

Emulgacja Zapewnianie wilgotności Żelowanie
Wiązanie Stabilizacja piany Zagęszczanie Kontrola krystalizacji

Izolaty i koncentraty białek roślin strączkowych oferują szereg właściwości analogicznych do białka jaja, takich jak wiązanie, stabilizacja piany, emulgowanie, żelowanie i zapewnianie wilgotności. Ponieważ izolaty białkowe mają wyższą zawartość białka niż koncentraty białkowe, są na ogół skuteczniejsze, chociaż jednocześnie droższe. Zarówno izolaty, jak i koncentraty białka sojowego są szeroko dostępne w sprzedaży. Niektóre hydrolizaty białka sojowego, które zostały zmodyfikowane enzymatycznie – często w celu poprawy ich rozpuszczalności – są szczególnie skuteczne w stabilizacji piany. Inne białka roślin strączkowych, od niedawna zyskujące popularność na rynku, to białka czarnej fasoli, ciecierzycy, bobu, soczewicy, fasoli granatowej, grochu i fasoli mung. W wielu przypadkach dostępne są jedynie w postaci koncentratów białkowych. Białka roślin strączkowych mogą również pełnić funkcję zagęszczającą i stabilizującą podczas zamrażania i rozmrażania (kontrola krystalizacji), chociaż w tym przypadku częściej stosuje się gumy oraz skrobie. Białka roślin strączkowych mogą również brać udział w reakcji Maillarda, powodując brązowienie, a także mogą być stosowane do fortyfikacji produktów białkiem.

Mąki z roślin strączkowych, takie jak mąka sojowa, zawierają znacznie mniej białka niż ich izolaty i koncentraty, ale nadal mogą być używane do wiązania i zagęszczania, częściowo ze względu na zawartość skrobi i błonnika. Podobne funkcje mogą pełnić również mąka grochowa oraz mąka z orzechów ziemnych należących do roślin strączkowych.

Aquafaba

Emulgacja Wiązanie Stabilizacja piany

Płyn pozostały po gotowaniu roślin strączkowych znany jako aquafaba (dosłownie: woda fasolowa) zawiera wystarczającą ilość białka, skrobi i błonnika, aby pełnić funkcję zamiennika jaj. Sprawdza się w niektórych z najtrudniejszych zastosowań, takich jak emulgowanie w bezjajecznym majonezie i stabilizacja piany w bezach.



Ze względu na swoją przedłużoną trwałość aquafaba w proszku może być rozwiązaniem bardziej opłacalnym, które dodatkowo zapewnia spójny efekt podczas stosowania.



fot.: loveeggs.com

W 2022 roku firma Upfield – jeden z liderów rozwoju produktów roślinnych – nawiązała współpracę z brytyjską firmą Alternative Foods, inwestując swoje zasoby dystrybucyjne oraz doświadczenia w obszarze R&D w serię zamkniętych w wygodnych opakowaniach, opatentowanych produktów na bazie aquafaby, które od kilku lat są dostępne w sklepach pod marką OGGS.

Tofu

Zapewnianie wilgotności Wiązanie

Tofu to lepkosprężysty, biały lub prawie biały produkt spożywczy w formie bloku, który powstał w wyniku koagulacji rozpuszczalnych białek zawartych w mleku sojowym za pomocą soli lub kwasów. Ten białkowy żel zawiera wodę, tłuszcz i węglowodany, a jego struktura może się wahać od miękkiej i luźnej do twardej i zbitej, w zależności od zawartości wody.



Wyróżnia się dwa główne rodzaje produkcji tofu: napełnianie oraz prasowanie. W przypadku napełniania opakowanie wypełnia się mieszaniną mleka sojowego i koagulantu, która zastyga, a rezultatem jest gładki, delikatny produkt o dużej wilgotności i luźnej, żelowej konsystencji, znany jako tofu jedwabiste (ang. silken tofu). Takie tofu jest często używane jako alternatywa dla jajek w przypadku potrzeby wiązania składników i zapewniania wilgotności domowych wypieków. W przypadku tofu prasowanego (na przykład tofu miękkie, twarde i bardzo twarde) przed umieszczeniem w opakowaniu dokonuje się rozbicia struktury białkowej, po czym masa jest mieszana, prasowana i krojona w bloki, w wyniku czego otrzymuje się twardego produktu o wewnętrznej teksturze przypominającej ściętą jajecznicę. Oba rodzaje tofu można dodawać w recepturach wymagających składnika o właściwościach wiążących i zapewniających wilgotność. Zawartość białka w tofu pozwala mu również brać udział w reakcji Maillarda powodującej brązowienie. Łagodny smak tego produktu można łatwo modyfikować za pomocą aromatów lub przypraw.





Białka zbożowe

Brązowienie Wiązanie Zagęszczanie Żelowanie
Zapewnianie wilgotności

Podobnie jak białka jaj, białka zbóż również mogą pełnić funkcję wiążącą, zagęszczającą, zapewniającą wilgotność, żelującą lub brązującą. Z tego powodu białka te, zwane łącznie glutenem, mają kluczowe znaczenie w pieczeniu. Izolat białka pszenicy jest również skutecznym emulgatorem i stabilizatorem piany, a istnieją także dowody na to, że białka jęczmienia i ryżu mogą mieć podobne działanie. Proteiny zbożowe można używać do fortyfikowania produktów białkiem oraz stabilizowania konsystencji podczas procesów zamrażania i rozmrażania.

Gumy

Wiązanie Zagęszczanie
Kontrola krystalizacji
Odczucia w ustach

Gumy, zwane także hydrokolidami, są szeroko stosowane w przemyśle spożywczym do zagęszczania, wiązania i zapewniania konkretnych wrażeń smakowych. Ich niezwykła zdolność wiązania wody sprawia, że są skuteczne nawet wówczas, gdy doda się ich niewielką ilość. Na rynku dostępne są różne rodzaje gum: pochodzenia roślinnego, syntetyczne lub produkowane w drodze fermentacji mikrobiologicznej. Niektóre z nich mają właściwości żelujące. Są to między innymi agar, alginian sodu, pektyna i karagen, a także guma ksantanowa w połączeniu z mączką chleba świętojańskiego, tarą lub konjakiem.



fot.: yumgo.fr



Konsystencja wytwarzana przez gumę zależy od jej rodzaju i może się wahać od kremowej po żelową. Innymi powszechnie stosowanymi gumami są guma gellan oraz guma guar.

Gumy wykazują również skuteczne działanie w kontrolowaniu krystalizacji lodu w mrożonkach. Na przykład karagen jest stosowany w mrożonych deserach, aby zapewnić stabilność podczas zamrażania i rozmrażania. Ponadto guma arabska (guma akacjowa) może pełnić funkcję emulgatora. Niektóre gumy wymagają ogrzania, aby aktywować swoje właściwości, dlatego można je stosować w recepturach wymagających obróbki cieplnej. Producenci gum mogą polecić najlepszy rodzaj oraz ilość potrzebną dla konkretnego zastosowania.

Skrobie

Emulgacja Wiązanie Zagęszczanie Kontrola krystalizacji
Odczucia w ustach Połysk

Podobnie jak gumy, skrobie również są stosowane w przemyśle spożywczym do zagęszczania, wiązania, zapewniania konkretnych wrażeń smakowych, a także kontroli krystalizacji lodu. Jako polisacharydy zarówno skrobie, jak i gumy wykazują wysoką zdolność wiązania wody, która jest podstawą ich funkcjonalności. W odróżnieniu od gum, skrobie stosuje się w znacznie większych stężeniach, co pozwala na dodanie objętości produktom spożywczym. Większość skrobi wymaga aktywacji ciepłem, choć jest kilka skrobi pęczniejących w niskich temperaturach.

Najczęściej stosowaną skrobią jest skrobia kukurydziana, ale na rynku dostępne są również skrobia ziemniaczana, ryżowa, z tapioki i pszenna. Istnieją też modyfikowane skrobie, które mogą pełnić funkcję żelującą lub emulgującą. Ponadto, w celu nadania połysku powierzchni wypieków, można stosować mieszanę skrobi kukurydzianej i wody, którą należy nakładać dopiero bezpośrednio po upieczeniu, aby zapobiec nadmiernemu brązowieniu wypieków.

Błonnik

Emulgacja Wiązanie Zagęszczanie Kontrola krystalizacji
Odczucia w ustach

Użycie błonników pozwala regulować teksturę i konsystencję produktów końcowych. Niektóre z nich umożliwiają tworzenie stabilnych mieszanek, które zachowują pierwotną konsystencję podczas zamrażania i rozmrażania. Błonnik nierozpuszczalny dodaje produktom objętości, a także pomaga w osiągnięciu pożądanej struktury. Z kolei błonnik rozpuszczalny ma funkcje żelujące. Emulgujący, rozpuszczalny błonnik pokarmowy może zastępować jaja, ponieważ stabilizuje emulsje olejowo-wodne w płynnych mieszankach na wypieki oraz strukturę upieczonych ciast.



Zastosowanie błonnika pozwala stworzyć ciasto o lepszej teksturze, lżejsze i zdrowsze, a jednocześnie podkreślić smak dodatków – na przykład owoców czy orzechów – który w przypadku nadużywania takich składników, jak jajka, nabiał czy cukier, bywa czasami zamaskowany.

Dostępne na rynku błonniki obejmują błonnik jabłkowy, cytrusowy, lniany, owsiany, inulinę, alfa-dekstrynę i psyllium. Pochodne celulozy (będącej rodzajem błonnika), takie jak karboksymetyloceluloza (CMC, E466) lub hydroksypropylometyloceluloza (HPMC, E464), można stosować jako zagęstniki lub emulgatory.



Przeciery owocowe

Wiązanie Zapewnianie wilgotności

Niektóre przeciery owocowe są stosowane jako zamienniki jajek w domowych wypiekach. Przecier jabłkowy i bananowy gwarantują wiązanie, a także zatrzymują wilgoć, najprawdopodobniej ze względu na zawartość błonnika i pektyny. Cukry, syropy i dekstryny są powszechnie stosowane w celu zapewnienia wilgotności produktów. Są to na przykład syrop kukurydziany i maltodekstryna. Syrop kukurydziany, zastosowany bezpośrednio po upieczeniu, może również nadawać wyrobom piekarniczym połysk.



Oleje roślinne

Połysk

Oleje roślinne można stosować analogicznie do glazury jajecznej w celu nadawania połysku wyrobom piekarniczym poprzez nałożenie oleju na ich powierzchnię przed pieczeniem.



Siarczyny

Antybakteryjność

W produkcji wina syntetyczne siarczyny, takie jak pirosiarczyn potasu lub dwutlenek siarki w postaci gazu, mogą zastąpić wiele antybakteryjnych funkcji lizozymu obecnego w jajach.

Nasiona lnu i chia

Wiązanie Zapewnianie wilgotności

Mielone siemię lniane jest popularnym zamiennikiem jaj stosowanym w domowych wypiekach, szczególnie w ciastkach, muffinach i chlebkach sodowych. Podobnie jak jaja, nasiona lnu zawierają wiele składników, w tym białko (20–30%), olej (35–45%)⁵⁷ i błonnik rozpuszczalny, które mogą



57 A. N. Martinchik, A. K. Baturin, V. V. Zubtsov, & V. Iu. Molofeev. (2012). *Nutritional value and functional properties of flaxseed*. Vopr Pitan, 81(3), 4-10. (Artykuł w języku rosyjskim).



pełnić funkcję wiążącą i zatrzymywać wilgoć. Niektórzy używają w ten sam sposób zmielonych nasion chia.

Mączka z alg

Emulgacja Kontrola krystalizacji Odczucia w ustach
Zapewnianie wilgotności

Podobnie jak nasiona Inu, mączki z alg są złożonym produktem. Naturalnie zawierają białko, olej, błonnik i skrobię, a także monoglicerydy, diglicerydy i fosfolipidy, które działają jako emulgatory. Ta różnorodność składników funkcjonalnych umożliwia wykorzystanie alg do emulgowania, zapewniania wilgotności, stabilizacji konsystencji podczas zamrażania i rozmrażania oraz zapewniania konkretnych odczuć w ustach.

Czy istnieje roślinny zamiennik, który jest w stanie w 100% zastąpić jajko w wypiekach?

Na tę chwilę nie. Istnieje jednak szeroka gama produktów, które pozwalają nam uzyskać w niektórych wyrobach teksturę bardzo podobną do białka, żółtka i całego jaja, a nawet takie, które umożliwiają uzyskiwanie nowych, różnorodnych tekstur, i tym samym przygotowywanie od zera niestosowanych dotąd receptur.

Toni Rodriguez,
cukiernik, współzałożyciel WildSlice, Vegan Pastry Academy



2.3. Półprodukty i komercyjne zamienniki jaj

W poniższej tabeli przedstawiamy listę komercyjnych produktów stanowiących alternatywę dla jaj. Zamienniki te są dostępne w UE oraz Wielkiej Brytanii. Wiersze zostały posortowane według krajów pochodzenia producentów, a ich strony internetowe można odwiedzić, klikając na nazwy.

W ostatniej kolumnie „B2B” i „B2C” oznaczają odpowiednio modele biznesowe Business-to-Business oraz Business-to Customer.





Tabela 5. Półprodukty i komercyjne zamienniki jaj:

Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
AGENOVUM	AGRANA Beteiligungs-AG	Austria, cały świat	na bazie skrobi pszennej, kukurydzianej i białka pszennego	proszek	substytut odpowiadający wszystkim właściwościom jaj; do stosowania w wypiekach i makaronach	B2B
Lecital S , Lecital SF	Lecital	Austria	odolejona lecytyna	proszek, płyn	wypieki	B2B
VollEY	MyEy	Austria	skrobia kukurydziana, roślinne źródła białka (białko ziemniaczane, białko grochu, mąka łubinowa), maltodekstryna, sól kamienna, kurkuma w proszku, czarna sól, substancja żelująca (guma ksantanowa, mączka chleba świętojańskiego), pieprz biały mielony	proszek	zamiennik całych jaj w słodkich wypiekach i ciastach drożdżowych, szpeclach, słodkich i słonych daniach jajecznych, tostach francuskich, panierce, biszkoptach, kremach deserowych, majonezach, sosach i wielu innych	B2C
EyGelb	MyEy	Austria	skrobia kukurydziana, mąka łubinowa, maltodekstryna, sól kamienna, kurkuma w proszku, czarna sól, substancja żelująca (guma ksantanowa, mączka chleba świętojańskiego), pieprz biały mielony, papryka mielona	proszek	zamiennik żółtka jaja w słodkich wypiekach i ciastach drożdżowych, szpeclach, słodkich i słonych daniach jajecznych, jajach sadzonych, panierce, biszkoptach, kremach deserowych, majonezach, sosach i wielu innych	B2C
EyWeiß	MyEy	Austria	skrobia kukurydziana, roślinne źródła białka (białko ziemniaczane, białko grochu, mąka łubinowa), sól kamienna, substancja żelująca (guma ksantanowa, mączka chleba świętojańskiego), soda oczyszczona, czarna sól, pieprz biały mielony	proszek	zamiennik białka jaja nadający objętość i puszystość bezom, pikantnym i słodkim daniom, ubijanym białkom, jajkom sadzonym, omletom, piankom marshmallow w polowie czekoladowej, omletom cesarskim i wielu innym daniom	B2C
DAVA No Egg	Dava Foods	Dania	na bazie ciecierzycy	płyn	zamiennik jaj w słodkich i wytrawnych daniach	B2B, B2C
Emulpals , Palsgaard SA	Palsgaard	Dania, cały świat	emulgator na bazie estrów poliglicerolu kwasów tłuszczowych	proszek	zamiennik do 20% jaj w recepturach – napowietrza i poprawia stabilność, umożliwia wymianę tłuszczów nasyconych na nienasycone	B2B,



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
Palsgaard Extrulce 306	Palsgaard	Dania, cały świat	emulgator	proszek	ciasta, pieczywo, lody ekstrudowane i formowane, lody miękkie, mrożone desery na bazie roślin	B2B
CLEARGUM CO 01 , PREGEFLO CR 3510	Roquette	Francja	specjalnie dostosowane skrobie	proszek	zamiennik jaj w dresingach – redukuje zawartość tłuszczu	B2B
Substitut d'oeuf	Taranis	Francja	skrobia kukurydziana, skrobia ziemniaczana, substancje zagęszczające, emulgator	proszek	zamiennik całych jaj w daniach gotowanych i wypiekach	B2C
Le Papondu	Le Papondu	Francja	woda, olej, sól, mąka z fasoli, błonnik, naturalny aromat, koncentrat marchwi	płyn	jajecznice, omlety	B2B, B2C
TAMALGA	Algama	Francja	algi	proszek, płyn	zamiennik 100% całych jaj w wypiekach i sosach	B2B
Nomelet	The VERY Food Co	Francja	brak danych	proszek	zamiennik całych jaj w recepturach; właściwości wiążące, żelujące, teksturujące, emulgujące	B2B
Aquafaba	The VERY Food Co	Francja	aquafaba	płyn	zamiennik białka jaja – przede wszystkim spienia i teksturuje	B2B
Noblanc	The VERY Food Co	Francja	brak danych	proszek	zamiennik białka jaja – przede wszystkim spienia i teksturuje	B2B
Yumgo	Yumgo	Francja	białko ziemniaczane, guma arabska, guma ksantanowa, białko lnu, sól	proszek, płyn	zamiennik całych jaj, białka lub żółtka	B2B, B2C
EI-ERSATZ	Hammermuhle	Niemcy	skrobia kukurydziana, mono- i diglicerydy jadalnych kwasów tłuszczowych, ksantan, mąka ryżowa, białko grochu	proszek	emulgujący zamiennik jaj w ciastach, wypiekach i daniach gotowanych	B2C
Cavamax W6	Wacker Chemie AG	Niemcy, cały świat	alfa-dekstryna (rozpuszczalny błonnik pokarmowy)	proszek	delikatne wypieki – najlepiej stosować w połączeniu z białkiem roślinnym	B2B
EI-ERSARZ Vegan	Bio Zentrale	Niemcy	mąka z łubinu słodkiego, mączka chleba świętojańskiego, mąka kukurydziana, białko lniane, białko słonecznika	Proszek	zamiennik jaj w daniach słodkich i wytrawnych	B2C



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
Veganer Ei-Ersatz	Alnatura	Niemcy	mąka z łubinu słodkiego, mączka chleba świętojańskiego, mąka kukurydziana, mąka lniana, mąka z nasion słonecznika	proszek	spoiwo w ciastach i naleśnikach	B2C
Mein Ei-Ersatz	BIOVEGAN	Niemcy	mączka chleba świętojańskiego, mąka kukurydziana, białko lniane, białko słonecznika	proszek	zamiennik jaj w daniach słodkich i wytrawnych	B2C
REGG-EX	KRÖNER-STÄRKE	Niemcy	wyselekcjonowane mąki wysokiej jakości, nieuzdatniana woda źródłana	proszek	częściowy lub całkowity zamiennik jaj w wypiekach	B2B
Megga-Exx	Terra Vegane	Niemcy	skrobia z tapioki, skrobia ziemniaczana, białko grochu, soda oczyszczona z kamieniem winnym (skrobia z tapioki, węglan sodu, winian potasu, sok cytrynowy w proszku, guma guar), guma guar	proszek	zamiennik jaja w wypiekach, spoiwo	B2C
Golden Exx	Terra Vegane	Niemcy	skrobia ziemniaczana, mąka łubinowa, sól morską, sól kala namak (sól kamienna, nasiona harad), kurkuma, guma guar, pieprz biały	brak danych	zamiennik żółtka jaja w daniach gotowanych i sosach	B2C
Egg-Free Omelett Mix	Terra Vegane	Niemcy	mąka z ciecierzycy, skrobia z tapioki, skrobia ziemniaczana, mąka amarantusowa, olej słonecznikowy, płatki drożdżowe, kala namak (sól kamienna, nasiona harad), soda oczyszczona (skrobia z tapioki, węglan sodu, winian potasu, sok cytrynowy w proszku, guma guar), kurkuma	proszek	jajecznice, dania gotowane	B2C
VegEgg	Arche Naturkuche	Niemcy	mąka łubinowa, skrobia kukurydziana, maltodekstryna, mączka chleba świętojańskiego, sól morską, mielona kurkuma	proszek	zamiennik jaja w wypiekach	B2C



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
Perfeggt	Lovely Day Foods	Niemcy	woda, izolat białka grochu, olej rzepakowy, ocet spirytusowy, naturalne aromaty, guma gellan, cytryniany sodu, koncentrat marchwi, ekstrakt oleju paprykowego, lecytyny, sól	płyn	jajecznicze naleśniki, carbonara, wypieki, tosty francuskie i wiele innych	B2B
Bio Veganer Ei-Ersatz	Ruf	Niemcy	skrobia kukurydziana, białko grochu, skrobia ziemniaczana, substancja zagęszczająca: mączka chleba świętojańskiego	proszek	wszechstronny zamiennik całych jaj	B2C
VGN The Original	The VGN	Niemcy	bób	płyn	jajecznicze, wypieki, dania gotowane	B2C
Lecytyna, Prolite 100, Prolite 200, SmartBind	ADM	Niemcy, cały świat	izolat białka pszenicy	proszek	zamiennik jaj w pieczonych lub przetworzonych produktach – spienia, napowietrza	B2B
Płynna glazura piekarnicza UTH + zamiennik jaja na bazie strączków	Univar Solutions	cały świat	brak danych	brak danych	branża piekarnicza	B2B
Nutraiva Citrus Fiber	CP Kelco	cały świat	błonnik	proszek	utrzymywanie stabilnej emulsji bez konieczności dodawania skrobi lub środka zagęszczającego, na przykład gumy ksantanowej – pozwala wyeliminować jaja i zredukować ilość tłuszczu w recepturach	B2B
Trilisse GPB 1001	Cargill	cały świat	hydrolizowane białko pszenne, gluten pszeniczny witalny, naturalna skrobia z tapioki, błonnik cytrusowy	proszek	słodkie wypieki	B2B
Trilisse GSR 3068	Cargill	cały świat	wstępnie żelowana kukurydza woskowa i skrobia kukurydziana, błonnik z korzenia cykorii	proszek	słodkie wypieki	B2B
Methocel	Brenntag (Dow)	cały świat	pochodne celulozy	proszek	zamiennik albuminy jaja w roślinnych zamiennikach mięsa – identyczny pod względem struktury i wiązania wilgoci	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
BungeMaxx	Bunge	cały świat	lecytyna słonecznikowa, emulgator	proszek	wszechstronny zamiennik żółtka jaja w wypiekach	B2B
Grindsted Plant-Text	DuPont	cały świat	brak danych	brak danych	zamiennik białka jaja w roślinnych zamiennikach mięsa	B2B
Hyfoama	Kerry	Irlandia, cały świat	hydrolizaty pochodzenia roślinnego	proszek	zamiennik białka jaja i żelatyny w wyrobach cukierniczych i napojach	B2B
Biobake EgR	Kerry	Irlandia, cały świat	enzym	proszek	częściowy zamiennik jaj w recepturach	B2B
Solanic	Avebe	Holandia, cały świat	teksturujące białko ziemniaczane; ekstrahowane i izolowane z ziemniaków niemodyfikowanych genetycznie	proszek	zamiennik białka jaja i e-dodatków (np. metylocelulozy) w burgerach i nuggetsach – wykazuje właściwości rozpuszczalne, emulgujące, pieniące, żelujące i teksturujące zapewniające odpowiednie wiązanie; w połączeniu z odpowiednią skrobią lub hydrokoloidami zapewnia stabilną emulsję i elastyczną konsystencję roślinnych kielbas	B2B
Eliane	Avebe	Holandia, cały świat	pochodna skrobi ziemniaczanej	proszek	zapewnienie stabilności wypieków i atrakcyjności wizualnej kremów piekarniczych instant, lśniącego i klarownego wyglądu nadzień owocowych, a także wysokiej i stabilnej lepkości oraz gładkiej konsystencji i kremowości deserów błyskawicznych; kontrola wchłaniania oleju, pęcznienia, chrupkości; właściwości teksturyzujące	B2B
Nutrava Citrus Fiber Boost	Azelis	Holandia, cały świat	błonnik pokarmowy	proszek	w połączeniu z gumą ksantanową i amylazą zastępnik jaja w ciastach szyfonowych, biszkoptach i innych wypiekach; zamiennik stabilizatorów, skrobi modyfikowanej i żółtka jaja w majonezach i innych sosach; pozwala na zmniejszenie zawartości tłuszczu	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
Portfolio Function Plus: Function Plus 100, Function Plus 200, Function Plus 150W, Function Plus 250W	Corbion	Holandia, cały świat	brak danych	brak danych	zamienniki całości lub części jaj w ciastach, ciastach z dodatkiem chemicznych środków spulchniających i słodkich wypiekach	B2B
Spice Color Blend	Corbion	Holandia, cały świat	mieszanka pigmentów roślinnych i mąki kukurydzianej	brak danych	zachowanie charakterystycznej barwy żółtka jaja i ogólnej konsystencji przy stosowaniu zamienników jaj	B2B
Driprite BF	Corbion	Holandia, cały świat	brak danych	mieszanka do smarowania	pieczywo rzemieślnicze, bułki, ciasta duńskie, owocowe i inne słodkie wypieki – nadaje połysk produktom końcowym	B2B
Suprex Corn	Codrico	Holandia, cały świat	kukurydza produkowana poprzez połączenie ekstruzji i specjalnej technologii mielenia	proszek	spoiwo i stabilizator w sałatkach i dipach – pomaga zredukować użycie barwników ze względu na naturalną zawartość beta-karotenu	B2B
Aquafaba	Dary Natury	Polska	aquafaba	proszek	wypieki, sosy, potrawy wytrawne	B2C
Aquafaba	Vitko	Polska	aquafaba	proszek	wypieki, sosy, potrawy wytrawne	B2C
Niskobiałkowy, bezglutenowy zastępnik jajka	Balviten	Polska	skrobia kukurydziana, substancje zagęszczające, barwnik: beta-karoten	proszek	wypieki, dania gotowane	B2C
Zamiennik jajka niskobiałkowy PKU	Bezgluten	Polska	skrobia kukurydziana, hydroksypropylometyloceluloza, karboksymetyloceluloza, barwnik: beta-karoten	proszek	wypieki, dania gotowane	B2C
MyEgg	MyEgg	Polska	nasiona konopi, białko grochu, inulina, czarna sól kala namak	płyn	jajecznice, wypieki, dania gotowane	B2C
Wajko (PL447975)	VEGGO	Polska, Europa	skrobia z tapioki, białko grochu, guma guar, metyloceluloza, drożdże nieaktywne, barwnik: kurkuma	proszek	funkcyjny zastępnik jajka w stosunku 1:1 w recepturach cukierniczych, piekarniczych oraz w branży HoReCa	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
vEGGs (w pudełku)	Cultured Foods	Polska, Europa	mąka z tapioki, skrobia ziemniaczana, sproszkowane łuski psyllium, substancja zagęszczająca: guma guar, inulina (błonnik z korzenia cykorii), czarna sól himalajska, barwnik: beta-karoten	proszek	zamiennik żółtka w wypiekach i daniach gotowanych	B2C
vEGGs (w torebce)	Cultured Foods	Polska, Europa	mąka grochowa, koncentrat białka grochu, mąka z ciecierzycy, błonnik roślinny, ekstrakt drożdżowy, czarna sól himalajska, substancje zagęszczające: guma guar, guma ksantanowa, barwnik: beta-karoten, naturalny aromat	proszek	jajecznice, omlety, wypieki, dania gotowane	B2C
Potato Protein + Plus	FreeFrom-That	Hiszpania	białko ziemniaczane, grzybnia	proszek	wypieki i dania gotowane; Solanic firmy Avebe pozbawiony charakterystycznego smaku	B2B, B2C
Panacegg	FreeFrom-That	Hiszpania	drożdże nieaktywne, wodorosty eucheuma, białko ziemniaczane, proszek do pieczenia, celuloza roślinna, mąka z tapioki, guma ksantanowa	proszek	zamiennik jaj w wypiekach	B2B, B2C
Potato Protein 300	FreeFrom-That	Hiszpania	białko ziemniaczane (Solanic 300)	proszek	zamiennik jaj w wypiekach	B2B, B2C
Gerbet Macaron Mix	FreeFrom-That	Hiszpania	białko ziemniaczane, celuloza roślinna, guma ksantanowa	proszek	ciasto na makaroniki	B2B, B2C
Potatowhip	Sosa Ingredients	Hiszpania	białko ziemniaczane	proszek	zamiennik białka jaja w ciastkach, makaronikach, biszkoptach, piaskach marshmallow i wielu innych – emuluje, koaguluje, pomaga w wyrastaniu	B2B, B2C
Sojawhip	Sosa Ingredients	Hiszpania	białko sojowe (siarczyny), maltodekstryna, guma ksantanowa, sól	proszek	zamiennik albuminy jaja w bezach, musach roślinnych na bazie przecierów owocowych, likierów i innych płynów – nie koaguluje	B2B, B2C



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
Natur Emul	Sosa Ingredients	Hiszpania	blonnik cytrusowy	proszek	majonezy, roślinny crèmeux	B2B, B2C
POTÁTO – Bake Protein	Toufood	Hiszpania, Europa	mąka z ciecierzycy, skrobia kukurydziana, wodorowęglan sodu, guma guar	proszek	zamiennik jaj w wypiekach – żeluje i stabilizuje	B2B, B2C
Sustituto vegetal del huevo	SolNatural	Hiszpania,	mąka gryczana pełnoziarnista, skrobia z tapioki, skrobia kukurydziana, nasiona psyllium, czarna sól himalajska, naturalny aromat waniliowy	proszek	wypieki, dania gotowane	B2C
Veggs Organic Sweet Recipes	NaturGreen	Hiszpania, Polska, Europa	mąka z ciecierzycy, skrobia kukurydziana, białko grochu, czarna sól himalajska, kurkuma, czosnek, sól	proszek	słodkie wypieki	B2C
Veggs Organic Salty Recipes	NaturGreen	Hiszpania, Polska, Europa	mieszanka ekstraktów i różnych białek	proszek	dania wytrawne	B2C
EggField Plus	EggField	Szwajcaria	mieszanka ekstraktów i różnych białek	płyn	emulgacja sosów, napowietrzenie deserów; najlepiej stosować w przepisach, w których zawartość jaj jest mniejsza niż 70%	B2B
EggField One Aquafaba	EggField	Szwajcaria	ekologiczne ziarna soi i organiczna mąka z ciecierzycy, sól kalia, namak	proszek	wypieki, dania gotowane	B2B
Fast&Easy Vegan Organic Alternative to Omlette	Soyana	Szwajcaria	brak danych	proszek	zamiennik całych jaj w omletach, zapiekankach, quiche	B2C
Free and Easy Egg Replacer	Free And Easy	Wielka Brytania	mąka ziemniaczana, mąka z tapioki, kamień winny, guma ksantanova, metyloceluloza	proszek	wypieki	B2C
Molekularna alternatywa dla jaj	Moolec Science, start-up	Wielka Brytania, USA,	modyfikowana genetycznie pszenica zawierająca białko jajeczne, rolnictwo molekularne: koncepcja hybrydowa łącząca technologie roślinne i komórkowe	proszek	branża piekarnicza	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
OGGS Aquafaba , OGGS Whole Egg	Alternative Foods (ostatnio we współpracy z Upfield)	Wielka Brytania	aquafaba	proszek, płyn	zamienniki całych jaj lub białek	B2C
Systemy stabilizujące HAMULSION	Tate & Lyle	Wielka Brytania	brak danych	proszek	zamiennik do 100% całych jaj	B2B
Akocake 16-1E	AAK	Wielka Brytania	mieszanka białek pszennych i błonnika roślinnego	proszek	zamiennik 100% zawartości jaj w ciastach, babeczkach, muffinach, ciastkach; w biszkoptach najlepiej stosować z Crestawhip 450G	B2B
Crestawhip 450G	AAK	Wielka Brytania	emulgator	wilgotny, aktywny żel	zamiennik jaj w ciastach, nadzieniach i polewach – poprawia napowietrzenie i skraca czas ubijania masy	B2B
Organic Break-fast Scramble	Bonsan	Wielka Brytania	tofu, siarczan wapnia, sól kamienna, przyprawy, surowy cukier trzcinowy, agar-agar	tofu	jajecznice	B2C
Crackd	Noble Foods	Wielka Brytania	woda, białko grochu, substancja zagęszczająca, substancja żelująca, substancja utwardzająca, drożdże, witaminy D i B12, czarna sól, kwas, regulator kwasowości, barwnik, stabilizatory, dekstroza	płyn	głównie wypieki	B2C
COYOTE BRAND Stabiliser GXC-0331	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	hydroksypropylometyloceluloza, guma ksantanowa, celuloza mikrokrystaliczna (żel celulozowy), karboksymetyloceluloza sodowa (guma celulozowa)	proszek	zamiennik 25–50% białka jaja w ciastach anielskich – zapewnia strukturę i wiązanie; 25–50% całych jaj w ciastach i muffinach – zapewnia delikatną strukturę miękkiszu i lepkość ciasta	B2B
GUMplete, SCT-DC-304	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	skrobia z tapioki, karagen, guma tara	proszek	zamiennik 50% żółtka jaja w kremach cukierkowych – zagęszcza, wspomaga tężenie	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
GUMplete SH-ER-276	Ingredion	USA, cały świat	modyfikowana skrobia z tapioki, hydroksypropylometyloceluloza	proszek	zamiennik 20–40% całych jaj w ciastach – zapewnia drobną strukturę miękiszu i lepkość ciasta; 100% białka jaja w bezach – napowietrza, poprawia konsystencję i stabilność podczas pieczenia	B2B
GUMplete SHX-DM-271	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	modyfikowana skrobia z tapioki, hydroksypropylometyloceluloza, guma ksantanowa	proszek	zamiennik 50% całych jaj w ciastkach – zapewnia strukturę i spójność; 100% białek jaj w gofrach – zapewnia jednolitą strukturę komórkową, napowietrzenie i lepkość ciasta	B2B
GUMplete SXCT-PD-237	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	modyfikowana skrobia ziemniaczana, guma ksantanowa, błonnik cytrusowy (suszony miąższ pomarańczy lub błonnik cytrusowy), guma tara	proszek	zamiennik 100% całych jaj w świeżym makaronie – zapewnia zachowanie struktury, poprawia elastyczność, ułatwia wałkowanie i składanie ciasta w arkusze	B2B
Homecraft Pulse 3101	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	mąka z bobu	proszek	razem z PRECISA Bake 100 zastępuje 50% całych jaj w ciastkach – zapewnia odpowiednią strukturę miękiszu, ogranicza rozpływanie się, poprawia brązowienie, teksturę i lepkość ciasta	B2B
K 4484	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	dekstryna z tapioki	proszek	zamiennik 100% całych jaj lub białek w glazurze do wypieków takich jak pieczywo, bułki i ciasta – zapewnia jej przejrzystość i nieklejącą się konsystencję	B2B
N-TACK	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	syrop kukurydziany w proszku	proszek	zamiennik 100% całych jaj lub białek jaj w glazurze – zapewnia jej przejrzystość i przyczepność	B2B
PENNOVO 00	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	modyfikowana skrobia ziemniaczana	proszek	zamiennik 100% całych jaj lub białek w glazurze do wypieków takich jak bajgle, ciasto francuskie i tortille – zapewnia jej połysk i przyczepność, może być nakładany przed pieczeniem lub po pieczeniu	B2B



Marka	Producent	Kraj	Skład	Forma	Zastosowanie	Model biznesowy
PENTECH NG	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	skrobia ziemniaczana, skrobia z tapioki, mleczan wapnia, węglan wapnia, kwas cytrynowy, guma celulozowa, guma ksantanowa	proszek	zamiennik 25–50% całych jaj w muffinach – zapewnia zachowanie objętości, struktury i lepkości ciasta	B2B
PRECISA Bake 100	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	skrobia ziemniaczana, dekstryna z tapioki, guma ksantanowa	proszek	zamiennik 25% białka jaja w ciastach anielskich – zapewnia strukturę i wiązanie; razem z HOMECRAFT Pulse 3101 zastępuje 50% całych jaj w ciastkach – zapewnia odpowiednią strukturę miękiszu, ogranicza rozpyływanie się, poprawia brązowienie, konsystencję i lepkość ciasta; 25% białka jaja w mieszankach naleśnikowych – zapewnia strukturę i napowietrzenie	B2B
VITESSENCE Pulse 3600	Ingredion	Stany Zjednoczone, cały świat	białko bobu	proszek	zamiennik 100% białka jaja w suchym makaronie – zapewnia strukturę i trwałość	B2B

Opracowanie własne na bazie źródeł:

- Strony internetowe i materiały producentów.
- Wewnętrzna baza składników roślinnych przygotowana i udostępniona RoślinnieJemy przez Albert Schweitzer Foundation.
- Grizio, M., & Specht, L. (2018). *Plant-based egg alternatives...*
- I. Oancea. (19 lutego 2020). *All of the egg benefits, none of the egg. World Bakers.* worldbakers.com/ingredient/egg-replacers-flourish-over-veganism-allergies-and-egg-prices/ (dostęp: 31 października 2024).
- Atchley, C. (19 listopada 2019). *Testing the limits of egg replacers. Baking Business.* bakingbusiness.com/articles/49836-testing-the-limits-of-egg-replacers (dostęp: 31 października 2024).



2.4. Stosowanie kilku zamienników jaj w zależności od rodzaju produktu końcowego

Jajo to złożony składnik, dlatego szukając odpowiedniego zamiennika, warto rozważyć połączenie kilku produktów, co pozwoli uzyskać pożądane efekty. W poniższej tabeli zostały zaprezentowane przykładowe kombinacje substytutów jaj w ciastach oraz funkcje, które spełniają w recepturach. Zachęcamy do eksperymentowania z tradycyjnymi przepisami poprzez wybór jednego składnika lub kilku z każdej kategorii i dostosowywania ich ilości, a także łączenia ich z dostępnymi na rynku, gotowymi zamiennikami do uzyskania zamierzonego rezultatu.





Ciasta, babeczki, muffiny, słodkie pieczywo:

Wiązanie	• skrobie (kukurydziana, ziemniaczana, ryżowa, tapioka, pszenna) • białka roślin strączkowych (mąki) • aquafaba • przeciery owocowe • pektyny • agar-agar • guma ksantanowa
Stabilizacja piany	• koagulujące białko ziemniaczane • aquafaba • skrobie
Wyrastanie ciasta	• ocet/jogurt i soda oczyszczona • proszek do pieczenia • ubijanie cukru z roślinnym masłem/margaryną • dłuższe pieczenie w niższych temperaturach
Żelowanie	• nasiona chia • siemię lniane • gumy
Emulgacja	• aquafaba • białko ziemniaczane i białko grochu • guma ksantanowa • błonnik
Koagulacja	• koagulujące białko ziemniaczane
Zagęszczanie	• skrobie • białka roślin strączkowych (mąki)
Zapewnianie wilgotności	• przeciery owocowe • błonnik • pektyny
Brązowienie	• białka roślin strączkowych • barwniki • brązowy cukier



Jak podaje Sosa Ingredients, komercyjne alternatywy dla jaj mogą być również łączone z innymi dodatkami, aby uzyskać właściwości imitujące samo żółtko lub białko jaja⁵⁸. Przykładowo, przy połączeniu odpowiednich proporcji wody, oleju słonecznikowego, oraz dwóch produktów: Potatowhip (białko ziemniaka o właściwościach koagulujących tożsamych z żółtkiem) i Natur Emul (błonnik cytrusowy odpowiadający właściwościom lecytyny) można uzyskać kombinację o właściwościach najbliższych żółtku jajka.

Podobnie jak w przypadku białka jajka, Sosa Ingredients oferuje dwa funkcjonalne rozwiązania: Potatowhip i Sojawhip. Potatowhip doskonale sprawdza się w zastosowaniach takich jak biszkopty i suflety, dzięki swoim właściwościom koagulującym. Z kolei Sojawhip znajduje zastosowanie w musach i bezach, zapewniając odpowiednią strukturę i konsystencję.

58 Sosa Ingredients. (25 września 2023). *Sosa: Plant-based pastry making indispensables*. blog.sosa.cat/en/plant-based-pastry-making-indispensables/ (dostęp: 31 października 2024).



Część III

Prognozy rozwoju rynku

1. Czego możemy się spodziewać po rynku zamienników jaj?

Oczekuje się, że popyt na substytuty jaj będzie nadal rosnąć, ponieważ konsumenci coraz częściej szukają zdrowszych, bardziej zrównoważonych i wolnych od alergenów produktów spożywczych. Producenci natomiast inwestują w badania oraz poszerzanie swojej oferty, chcąc stworzyć innowacyjne zamienniki, które dokładnie naśladową smak i konsystencję jaja, a także mają te same wartości odżywcze.

Ponadto, rozwijający się rynek żywności pochodzenia roślinnego, w tym zamienników mięsa, nabiału i wypieków, będzie najprawdopodobniej napędzał rozwój rynku alternatyw dla jaj. Zakładamy, że do tej ekspansji przyczyni się również coraz popularniejszy trend fleksitarianizmu



i reduktarianizmu, czyli ograniczenia spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego bez ich całkowitej eliminacji z diety.

Kluczowe czynniki sprzyjające rozwojowi rynku:

- 1 Postęp technologiczny.** Obecne działania badawczo-rozwojowe skupiają się na poprawie właściwości funkcjonalnych i aspektów sensorycznych zamienników jaj. Innowacje, takie jak ulepszanie tekstury, optymalizacja smaku i wzbogacanie właściwości odżywczych tego typu produktów, zwiększą przychylność konsumentów.
- 2 Większa różnorodność produktów.** Producenci stale poszerzają swoje portfolio, aby zapewnić szeroki zakres zastosowań oferowanych produktów. Dotyczy to zarówno rozwiązań komercyjnych, jak i receptur do stosowania w domu, co daje konsumentom większą elastyczność i możliwość wyboru.
- 3 Rozwój kanałów dystrybucji.** Dostępność roślinnych alternatyw dla jaj będzie rosła wraz z rozwojem kanałów dystrybucji. W miarę wzrostu popularności platform handlu elektronicznego konsumenci będą mieli łatwiejszy dostęp do różnorodnych produktów zastępujących jaja.
- 4 Współpraca i partnerstwa branżowe.** Współprace nawiązywane między producentami żywności, dostawcami składników oraz instytucjami badawczymi będą generować kolejne innowacje na rynku zamienników jaj. Celem tych partnerstw jest opracowywanie jeszcze lepszych receptur i poprawa ogólnej jakości zamienników jaj.



2. Precyzyjna fermentacja, czyli jajko nieodzwierzęce

Warto obserwować rozwijającą się gałąź precyzyjnej fermentacji, która pozwala na produkcję składników wyglądających, smakujących i zachowujących się podczas obróbki analogicznie do tradycyjnych jaj. Produkt końcowy tego procesu nie jest substytutem, ale dokładnie tym samym źródłem białka wytworzonym bez udziału zwierząt hodowlanych. Metodę tę można porównać do produkcji piwa, podczas której mikroorganizmy karmione są cukrem w celu wytworzenia alkoholu.

Produkty powstałe w wyniku precyzyjnej fermentacji nie mają pochodzenia roślinnego (choć są uważane za wegańskie) i nie są wolne od alergenów.

Poniżej przedstawiono przykłady marek zamienników jaj wytwarzanych metodą precyzyjnej fermentacji, które są już dostępne na rynku albo znajdują się na etapie prac badawczo-rozwojowych.

Firma **The Every Company** (dawniej Clara Foods) z siedzibą w San Francisco wykorzystuje sekwencję DNA białka jaja kurzego i umieszcza ją wewnątrz drożdży, które są następnie karmione cukrem. Ich produkty Every Protein i Every EggWhite są dostępne w sprzedaży komercyjnej. Można je stosować w wypiekach i daniach gotowanych dokładnie w taki sam sposób, jak jaja kurze.

Takie produkty, jak Pressed Smoothie, makaroniki Chantal Guillon czy pierwszy na świecie



fot.: The Every Company



wzbogacony białkiem sok The Build autorstwa Pulp Culture, zostały wprowadzone na rynek właśnie we współpracy z The Every Company.



fot.: The Every Company

Projekt **ARRIVAL** finansowany przez Norweską Radę ds. Badań Naukowych w latach 2021-2025 ma na celu opracowanie technologii rolnictwa komórkowego ukierunkowanego na produkcję „żywności przyszłości”, w tym białka jaja wytwarzanego w procesie fermentacji.

Onego Bio to helsińska firma, która zajmuje się biotechnologią żywności. W swoich projektach używa składnika, który jest bioidentycznym odpowiednikiem albuminy – głównego białka występującego w białku jaja kurzego. Zapewnia tę samą funkcjonalność oraz wartości odżywcze, jednocześnie nie obciążając środowiska i eliminując dylematy związane



z etyką, a także bezpieczeństwem żywności, pojawiające się w przypadku przemysłowej hodowli kur niosek.



Izraelskie **Eggmented Reality** łączy nowatorskie techniki komputerowe z precyzyjną fermentacją. Ich pierwszym produktem jest funkcjonalny zamiennik jaja i metylocelulozy, wykazujący lepszą wydajność niż alternatywy dostępne obecnie na rynku.

Shiru to startup z Kalifornii, który wykorzystuje uczenie maszynowe i bioinformatykę do eksploracji baz danych białek roślinnych o właściwościach funkcjonalnych, takich jak żelowanie, a następnie wykorzystuje mikroorganizmy do ich syntezy. Powstałe w ten sposób produkty bazują na białkach roślinnych i jako takie będą komunikowane. W 2022 roku Shiru nawiązało współpracę z Puratos (specjalistą w dziedzinie składników dla branży piekarniczej) w celu opracowania nowej generacji zamienników jaj⁵⁹.

59 E. Watson. (31 sierpnia 2022). *Shiru teams up with Puratos to develop next-generation egg replacers*. Food Navigator USA. foodnavigator-usa.com/Article/2022/08/31/Shiru-teams-up-with-Puratos-to-develop-next-generation-egg-replacers (dostęp: 31 października 2024).



Firma **Revyve** (wcześniej działająca pod nazwą FUMI Ingredients) z siedzibą w USA opracowała innowacyjny zamiennik białka jaja kurzego z białek jednokomórkowych, stosując własny, opatentowany sposób przekształcania naturalnie występujących mikroorganizmów w wysoce funkcjonalne frakcje zawierające białka, peptydy i polisacharydy. W porównaniu do innych białek zwierzęcych i roślinnych składniki te wykazują właściwości technologiczno-funkcjonalne⁶⁰.



fot.: Revyve

Belgijskie **OTRO** produkuje białka jaj przy użyciu technologii precyzyjnej fermentacji. Ich produkt końcowy jest wysoce odżywczy, lekkostrawny, pełen aminokwasów i wolny od składników pochodzenia zwierzęcego.

60 B. van Beek. (30 stycznia 2020). *FUMI Ingredients receives investment of half a million euro for natural egg white replacers*. StartLife. startlife.nl/fumi-ingredients-receives-investment-of-half-a-million-euro-for-natural-egg-white-replacers/ (dostęp: 13 listopada 2024).



Warto wspomnieć, że w systemie UE żywność pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego wytwarzana metodą hodowli komórkowej oraz składniki żywności produkowane poprzez precyzyjną fermentację wymagają autoryzacji przed wprowadzeniem na rynek w ramach różnych sektorowych ram regulacyjnych, takich jak przepisy dotyczące nowej żywności i dodatków do żywności, z udziałem opinii naukowej EFSA.

3. Rekomendacje dla producentów zamienników jaj

Zastępowanie jaj roślinnymi zamiennikami wymaga dobrej znajomości technologii żywności, a w przypadku gastronomii – odpowiedniego zrozumienia procesów chemicznych i fizycznych. W zależności od tego, jakiego efektu końcowego oczekujemy, należy określić funkcje jaja w określonym produkcie czy daniu, które wymagają reprodukcji.

Już dziś dostępne alternatywy dla jaj oferują szereg rozwiązań i możliwości wykorzystania. Zachęcamy do próbowania zamienników dostępnych na rynku lub opracowania własnej, unikalnej mieszanki różnych składników oraz eksperymentowania z ilościami, proporcjami oraz metodami obróbki i produkcji. Wspominaliśmy także o możliwości rezygnacji z jaj lub ograniczenia ich liczby bez ich pełnego zastępowania w przypadkach, które umożliwiają takie podejście. Pozwoli to redukować koszty i zapewnić większe bezpieczeństwo żywności oraz lepszą trwałość produktów i atrakcyjniejsze wrażenia sensoryczne, a wszystkie z tych aspektów są doceniane przez konsumentów.

Najwięksi producenci żywności już dziś inwestują w alternatywy dla jaj. Upfield został właścicielem brytyjskiej marki OGGS (obecnie nie znajdziemy jej jeszcze w portfolio polskiego oddziału Upfield). Pionierzy roślinno-jajecznej transformacji w Polsce – MyEgg, Cultured Foods czy



Wajko – są gotowi dostarczać rozwiązania zarówno dla branży przetwórstwa żywności, jak i gastronomii.

Biorąc pod uwagę większą wrażliwość cen jaj kurzych na czynniki zewnętrzne, zastąpienie ich roślinnymi alternatywami może uczynić koszt procesu produkcji bardziej przewidywalnym, a być może w przyszłości także bardziej efektywnym pod względem ekonomicznym. Warto też zauważyć, że już dziś konsumenci oczekują od hodowców działań, których efektem będzie wyższy dobrostan zwierząt, co także może wpłynąć na wzrost cen jaj. Przedstawione w raporcie nowe technologie, takie jak chociażby produkcja albuminy przy wykorzystaniu fermentacji precyzyjnej, mogą zredefiniować globalne podejście do produkcji żywności.

Nie mamy wątpliwości, że w 2024 roku pionierskie działania producentów żywności, którzy dążą do redukcji wykorzystania składników odzwierzęcych, w tym jaj, wciąż jeszcze wymagają sporo wysiłku. Jesteśmy jednak przekonani, że należy je postrzegać nie tylko jako inwestycję w ujęciu biznesowym, ale także jako wyraz troski o naszą przyszłość.



Źródła

- Atchley, C. (19 listopada 2019). *Testing the limits of egg replacers*. Baking Business. bakingbusiness.com/articles/49836-testing-the-limits-of-egg-replacers (dostęp: 31 października 2024).
- Boukid, F., & Gagaoua, M. (2022). *Vegan egg: A future-proof food ingredient?* *Foods*, 11(2), 161. doi.org/10.3390/foods11020161 (dostęp: 31 października 2024).
- Czarkowski, M. P., & Wielgosz, U. (2024). *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2023 roku*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy (dostęp: 31 października 2024).
- European Commission. *Agriculture and rural development. Eggs*. agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 31 października 2024).
- Expert Group for Agricultural Markets. (24 sierpnia 2023). *EU Market Situation for Eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 10 czerwca 2024).
- Expert Group for Agricultural Markets. (17 października 2024). *EU market situation for eggs*, agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en (dostęp: 31 października 2024).
- FAO. (2023). *Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems*. doi.org/10.4060/cc9029en (dostęp: 13 listopada 2024).
- Global Market Insights. (2024). *Plant-based eggs market – By source (Legumes, grains, seeds, algae-based), by form (Liquid, powder), by end-use application (Bakery and confectionery, food processing, foodservice) by distribution channel & forecast, 2024–2032*. gminsights.com/industry-analysis/plant-based-eggs-market (dostęp: 14 listopada 2024).
- Główny Urząd Statystyczny. (2024). *Pakowanie jaj kurzych konsumpcyjnych w 2024 roku*. stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/produkcja-zwierzecz-zwie-rzeta-gospodarskie/pakowanie-jaj-kurzych-konsumpcyjnych-w-2024-roku,11,4.html (dostęp: 13 listopada 2024).
- Good Food Institute. *Executive Summary. State of the Industry Report: Plant-based meat, seafood, eggs, and dairy*. gfi.org/resource/plant-based-meat-eggs-and-dairy-state-of-the-industry-report/ (dostęp: 31 października 2024).
- Grizio, M., & Specht, L. (2018). *Plant-based egg alternatives: Optimizing for functional properties and applications*. The Good Food Institute. gfi.org/wp-content/uploads/2021/01/2018-GFI-plant-based-egg-alternatives.pdf (dostęp: 31 października 2024).
- Gugąła, A., Kurowski, M., & Kowalski, M. L. (2021). *Alergia na pokarmy w Polsce na tle innych krajów Europy – wyniki projektu EuroPrevall*. *Alergia Astma Immunologia*, 26(1), 18–26.



- Jarosz, M., Rychlik, E., Stoś, K., & Charzewska, J. (red.). (2020). *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny.
- JUST Egg. *Learn*. ju.st/learn (dostęp: 31 października 2024).
- Kuepper, B., & Stravens, M. (Styczeń 2022). *Mapping the European Soy Supply Chain – Embedded Soy in Animal Products Consumed in the EU27+UK*, Amsterdam: Profundo. wwwfeu.awsassets.panda.org/downloads/2021_106_european_soy_supply_wnf_2201_final.pdf (dostęp: 13 listopada 2024).
- Łabędź, A. (27 października 2024). *Jaja – wartości odżywcze i zastosowanie kulinarne*. Dietetycy. dietetycy.org.pl/jaja-wartosci-odzywcze-i-zastosowanie-kulinarne/ (dostęp: 31 października 2024).
- Łuniewska, G. *Alergeny – regulacje prawne oraz obowiązki informowania*. FoodFakty. foodfakty.pl/alergeny-regulacje-prawne-oraz-obowiazek-informowania (dostęp: 31 października 2024).
- Market Research Future. *Global Egg Products Market Overview*, marketresearchfuture.com/reports/egg-products-market-3859 (dostęp: 31 października 2024).
- Markets and Markets. (Luty 2024). *Egg processing market*. marketsandmarkets.com/Market-Reports/egg-processing-equipment-market-124810046.html (dostęp: 31 października 2024).
- Martinchik, A. N., Baturin, A. K., Zubtsov, V. V., & Molofeev, V. Iu. (2012). *Nutritional value and functional properties of flaxseed*. Vopr Pitan, 81(3), 4-10. (Artykuł w języku rosyjskim).
- Mech, G. GfK. (19 października 2023). Prezentacja podczas konferencji Plant-Powered Perspectives 2023. Warszawa.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. (2023). *Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 lutego 2023 r. w sprawie wprowadzenia „Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów Salmonella w stadach kur niosek gatunku Gallus gallus” na lata 2023-2025* (Dz.U. 2023 poz. 391). isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20230000391/O/D20230391.pdf (dostęp: 31.10.2024).
- Mordor Intelligence. *Europe processed egg market*. mordorintelligence.com/industry-reports/europe-processed-egg-market (dostęp: 31 października 2024).
- Oancea, I. (19 lutego 2020). *All of the egg benefits, none of the egg*. World Bakers. worldbakers.com/ingredient/egg-replacers-flourish-over-veganism-allergies-and-egg-prices/ (dostęp: 31 października 2024).



- OECD & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (29 czerwca 2022). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031*. doi.org/10.1787/f1b0b29c-en (dostęp: 13 listopada 2024).
- Odżywianie.info.pl. (27 listopada 2018). *Barwniki z grupy Southampton – charakterystyka i wpływ na zdrowie*. Odżywianie.info.pl. odzywianie.info.pl/przydatne-informacje/artykuly/art,barwniki-z-grupy-southampton-charakterystyka-i-wplyw-na-zdrowie.html (dostęp: 31.10.2024).
- Otwarte Klatki, Anima International, & Fundacja Alberta Schweitzera. (2023). *Wycofanie jaj z chowu klatkowego: Raport 2023. Podsumowanie postępów w branży spożywczej, handlowej i HoReCa*. storage.googleapis.com/otwarteklatki-wp-media/sites/1/2024/03/Raport-JOTZ-2023-V3-PS.pdf (dostęp: 31 października 2024).
- Our World in Data. *Land use per kilogram of food product*. ourworldindata.org/grapher/land-use-per-kg-poore?tab=table (dostęp: 31 października 2024).
- Our World in Data. *Per capita consumption of eggs*. ourworldindata.org/grapher/per-capita-egg-consumption-kilograms-per-year?tab=table (dostęp: 31 października 2024).
- Polityka dobrostanu. politykadobrostanu.pl.
- Rodic, V., i in. (2011). *The environmental impact of poultry production*. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(4), 1673-1679. doi.org/10.2298/BAH1104673R.
- Rondoni, A., Asioli, D., & Millan, E. (2020). *Consumer behaviour, perceptions, and preferences towards eggs: A review of the literature and discussion of industry implications*. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 391–401. doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.038 (dostęp: 31 października 2024).
- Schroeder, E. (21 lutego 2020). *Barilla turns to plant-based ingredients for pasta line*. Food Business News. foodbusinessnews.net/articles/15471-barilla-turns-to-plant-based-ingredients-for-pasta-line (dostęp: 31 października 2024).
- Solska, J. (25 stycznia 2023). *Jaja droższe od kury. Ptasia grypa pustoszy kurniki i nasze portfele*. Polityka. polityka.pl/tygodnikpolityka/rynek/2199102,1,jaja-drozsze-od-kury-ptasia-grypa-pustoszy-kurniki-i-nasze-portfele.read (dostęp: 31 października 2024).
- Sosa Ingredients. (25 września 2023). *Sosa: Plant-based pastry making indispensables*. blog.sosa.cat/en/plant-based-pastry-making-indispensables (dostęp: 31 października 2024).
- Watson, E. (31 sierpnia 2022). *Shiru teams up with Puratos to develop next-generation egg replacers*. Food Navigator USA. foodnavigator-usa.com/Article/2022/08/31/Shiru-teams-up-with-Puratos-to-develop-next-generation-egg-replacers (dostęp: 31 października 2024).



- van Beek, B. (30 stycznia 2020). *FUMI Ingredients receives investment of half a million euro for natural egg white replacers*. StartLife. startlife.nl/fumi-ingredients-receives-investment-of-half-a-million-euro-for-natural-egg-white-replacers/ (dostęp: 13 listopada 2024).
- Vegconomist. (28 lipca 2023). *Global plant-based egg market to grow at 20% CAGR, reaching \$9Bn by 2030*, vegconomist.com/market-and-trends/plant-based-egg-market-growth-2030 (dostęp: 31 października 2024).
- Yara. (28 lutego 2023). *Strong European consumer demand for sustainable food*. Yara. yara.com/corporate-releases/strong-european-consumer-demand-for-sustainable-food (dostęp: 31 października 2024).
- ZOBSiE. (Listopad 2018). *Rozwój przemysłowej hodowli drobiu w Polsce a koszty eksternalizowane*. zobsie.pl/images/raport%20drob%202018_2.pdf (dostęp: 13 listopada 2024).
- Związek Przedsiębiorców i Pracodawców. (Sierpień 2020). *Salmonella w stadach kur niosek towarowych (Gallus Gallus Domesticus) – występowanie, koszty oraz zapobieganie*. zpp.net.pl/wp-content/uploads/2021/01/Raport-Salmonella.pdf (dostęp: 31 października 2024).



Opracowanie treści raportu: Alicja Bućko, Maciej Otrębski,
Katarzyna Sałata, Sabina Sosin, Marina Zhiltsova, Natalia Żyłka

Konsultacja merytoryczna: dr hab. Katarzyna Świąder

Oprawa graficzna, skład: Weronika Boruń

Tłumaczenie: Sabina Sosin

Korekta: Anna Kozłowska

roslinniejemy.org

Serdecznie dziękujemy The Good Food Institute za udostępnienie danych i materiałów, które stanowiły podstawę do opracowania niniejszego raportu, oraz za zgodę na przetłumaczenie wybranych fragmentów ich publikacji.