

Joanna Zarzyńska
Romuald Zabielski

ADAPTACJA PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ DO ZMIAN KLIMATYCZNYCH

1. Wstęp

Rolnictwo znajduje się pod znaczącym wpływem zmian klimatycznych, ale jednocześnie jest siłą napędową tych zmian, choćby poprzez uwalnianie gazów cieplarnianych (GHG). Za 39% światowej emisji CH_4 i N_2O z rolnictwa odpowiedzialne są 4 kraje: Chiny, Indie, Brazylia oraz USA). Rolnictwo oraz leśnictwo są jeszcze w jednym aspekcie wyjątkowe – mogą usuwać CO_2 z atmosfery. Zmniejszenie śladu węglowego generowanego przez rolnictwo ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia zmian klimatycznych. Pochodzące z aktywności rolniczej emisje gazów cieplarnianych spadły w UE w latach 1990–2016 o około 20% (w Polsce aż o około 40%). Było to spowodowane głównie zmniejszeniem liczebności zwierząt gospodarskich (zwłaszcza bydła) z jednoczesnym wzrostem wydajności oraz usprawnieniami w zarządzaniu gospodarstwami (mniejsze zużycie nawozów i produkcja obornika). Spadek liczby krów mlecznych został powiązany z reorganizacją praktyk rolniczych w Europie Wschodniej i reformami Wspólnej Polityki Rolnej (WPR), takimi jak kwoty mleczne i uśrednione płatności podstawowe – subsydia dla rolników (ang. *single farm payment*), które ograniczyły nadprodukcję. Oba te elementy sprzyjały bardziej opłacalnemu rolnictwu, z wyższą wydajnością na jednego osobnika, ale mniejszą liczbą zwierząt i pośrednio z korzyścią dla klimatu.

Produkcja zwierzęca nakierowana na dostarczenie człowiekowi niezbędnych do racjonalnego żywienia produktów pochodzenia zwierzęcego ma niekwestionowany wpływ na zachodzące zmiany klimatu na Ziemi. **Działanie antropogeniczne jest bezdyskusyjne, gdyż to człowiek jest odpowiedzialny za wielkość produkcji zwierzęcej i jej intensywność na danym obszarze.** W Polsce sytuacja jest o tyle szczególna, że nasz kraj pokazał część PKB uzyskuje z produkcji rolniczej. Co prawda samo rolnictwo wytwarza zaledwie 4% PKB, ale co najmniej drugie tyle przysparza przemysł przetwórczy i paszowy, transport oraz handel i usługi powiązane z rolnictwem. Co najmniej połowę tej sumy przypisuje się produkcji zwierzęcej i żywności pochodzenia zwierzęcego. Warto dodać, że znaczna część produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego jest przedmiotem eksportu. Polska jest liczącym się eksporterem jaj i drobiu (m.in. brojlerów

ZMIANA KLIMATU

kurcząt, indyków), mleka (Polska jest piąta na liście największych dostawców mleka we Wspólnocie Europejskiej – dane z 2019 r., a dziesiąta na świecie) i jego przetworów oraz mięsa wieprzowego i w mniejszym stopniu wołowego.

Polska produkcja zwierzęca w obliczu nadciągającego kryzysu klimatycznego przedstawia się niezwykle zróżnicowanie, co może wzmocnić pewne ryzyka, ale inne zmniejszać. Z jednej strony mamy szereg, niezbyt liczny, wysoko wyspecjalizowanych gospodarstw rolnych prowadzących intensywną produkcję i wykorzystujących najnowsze technologie oraz postęp genetyczny. W tak prowadzonych gospodarstwach zużycie paszy, wody i energii oraz emisja metanu i CO₂ na jednostkę (tonę) wyprodukowanego mięsa lub mleka jest stosunkowo niskie w porównaniu z tradycyjnie prowadzonymi gospodarstwami niskodochodowymi. Z drugiej strony mamy wiele drobnych, niskodochodowych gospodarstw, o niskiej kulturze chowu, słabej wydajności i niestosujących podstawowych zasad bioasekuracji. To ostatnie odegrało w ubiegłych 5. latach szczególnie istotną rolę w rozprzestrzenianiu się afrykańskiego pomoru świń (ASF) na wschodniej flance kraju i podnosi ryzyko pojawiania się nowych epidemii. Należy jeszcze dodać, że **57% polskich gospodarstw jest położonych na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania**, ONW (dane za 2015 r.). Obejmują one głównie obszary górskie i podgórskie o niekorzystnych warunkach klimatycznych i ukształtowaniu terenu oraz obszary nizinne, na których występują ograniczenia produktywności rolnictwa związane z niską jakością gleb, niekorzystnymi warunkami klimatycznymi oraz wodnymi, niesprzyjającą rzeźbą terenu, niskim wskaźnikiem zaludnienia i znacznym odsetkiem ludności związanej z rolnictwem.

2. Wielkość produkcji zwierzęcej – czy potrzebna nam tak duża produkcja mięsa?

Od 2004 roku krajowa produkcja zwierzęca podlega wytycznym Wspólnej Polityki Rolnej UE i działaniom krajowego Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Głównymi celami PROW na lata 2014–2020 było: ułatwianie transferu wiedzy i innowacji, poprawa konkurencyjności wszystkich rodzajów gospodarki rolnej i zwiększenie rentowności gospodarstw rolnych, poprawa organizacji łańcucha żywnościowego i promowanie zarządzania ryzykiem w rolnictwie, odtwarzanie, chronienie i wzmocnianie ekosystemów zależnych od rolnictwa i leśnictwa, wspieranie efektywnego gospodarowania zasobami i przechodzenia na gospodarkę niskoemisyjną i odporną na zmianę klimatu oraz zwiększanie włączenia społecznego, ograniczanie ubóstwa i promowanie rozwoju gospodarczego na obszarach wiejskich. Zakończył się rok 2020 i można przedstawić szereg krytycznych uwag odnośnie do realizacji celów Programu, szczególnie tych związanych ze zmianami klimatycznymi. Tym bardziej, że w kolejnych latach WPR (2021–2027), UE zakłada konsekwentne wzmocnianie działań na rzecz klimatu poprzez wspieranie

rozwoju sektora rolno-spożywczego oraz oceny oddziaływania rolnictwa na klimat i środowisko. Działania UE w latach 2021–2027 mają przede wszystkim objąć inwestycje na rzecz gospodarowania wodą (magazynowanie, retencja, itp.) oraz gospodarki odpadami i ściekami.

Ograniczenie produkcji i spożycia mięsa w Polsce mogłoby znacząco pomóc w osiągnięciu celów Programu. Do tej pory roczne spożycie mięsa w naszym kraju sukcesywnie rosło od początku lat 90. XX wieku. Obecnie przeciętny Polak spożywa niewiele mniej mięsa niż statystyczny Niemiec czy Francuz, rocznie jest to około 78 kg, z czego około 40 kg stanowi wieprzowina i ok. 30 kg mięso drobiu. Dla porównania, statystyczny Amerykanin zjada około 125 kg mięsa rocznie. Ekspertcy wyliczyli, że jest to sporo powyżej minimum związanego z racjonalnym odżywianiem i profilaktyką chorób wchodzących w skład zespołu metabolicznego. Takie wyliczone minimum to nieco ponad 10 kg mięsa rocznie. Widać zatem, że jest duży margines manewru, bowiem ograniczenie spożycia mięsa przez statystycznego Polaka o 2/3, czyli do **około 25 kg na rok (tj. około dwukrotności wyliczonego minimum) w pełni pokryje dobowe zapotrzebowanie organizmu na białko zwierzęce.** Gdyby tak zmniejszony popyt poskutkował obniżeniem produkcji zwierzęcej o około 2/3, to tego rodzaju zmiana mogłaby przyczynić się do zmniejszenia obciążenia środowiska działalnością rolniczą (m.in., obniżenia produkcji roślinnej na pasze, zmniejszenia zużycia wody i produkcji odpadów powstałych w produkcji zwierzęcej oraz emisji CO₂ i metanu przez zwierzęta gospodarskie). Warto zauważyć, że o wielkości produkcji odpadów jak i emisji gazów (CO₂ i metanu) decyduje w dużej mierze intensywność produkcji zwierzęcej (Podkówką i Podkówką, 2011; Jarosz i in., 2013). Z badań wynika, że **im bardziej intensywnie prowadzony jest chów zwierząt, tym mniejsze jest jednostkowe obciążenie środowiska.** Innymi słowy, 1 tona mięsa drobiowego, wieprzowego czy wołowego, wyprodukowana w warunkach intensywnej technologii tuczu, mniej obciąża środowisko odpadami produkcyjnymi oraz wytwarza mniej CO₂ i metanu uwalnianego do atmosfery, niż 1 tona tego samego rodzaju mięsa wytworzona w gospodarstwie ekstensywnym, czy tzw. organicznym lub ekologicznym. Powodem tego jest intensywniejsze żywienie (ilość dostarczonego białka i energii w jednostce paszy), lepsze wykorzystanie genetycznego potencjału zwierzęcia do wzrostu (wyższa sprawność procesów trawiennych i wzrostu tkanki mięśniowej), a przez to krótszy czas chowu. U bydła mlecznego wyliczono natomiast, że 3-krotny wzrost produkcji mleka (z 4 tys. do 12 tys. kg rocznie) powoduje wzrost emisji metanu zaledwie o 56% (Podkówką i Podkówką, 2011). Za obniżanie produkcji metanu następujące ze wzrostem produkcji mleka odpowiada zmiana żywienia, polegająca na zmniejszaniu udziału pasz objętościowych na korzyść pasz treściwych w diecie, i co za tym idzie zmiana profilu fermentacji zwyczajowej (maleje udział fermentacji octanowej, a wzrasta propionianowej). Problemem w intensywnej produkcji zwierzęcej jest wysoka koncentracja odchodów, ale emisję szkodliwych gazów z rozkładającego się obornika i gnojowicy można znacząco ograniczyć budując

ZMIANA KLIMATU

instalacje do produkcji biogazu. Wniosek z tego płynie taki, że dla poprawy klimatu zasadne byłoby wybiórcze ograniczanie produkcji zwierzęcej, przede wszystkim tej, która charakteryzuje się wysoką emisją metanu i CO₂.

Prognozy UE są mniej radykalne niż przedstawione powyżej i zakładają obniżenie spożycia mięsa w krajach Unii o 50% do 2050 roku. Według szacunków wiązałoby się to z 30–40% redukcją niekorzystnych oddziaływań klimatycznych i środowiskowych. Ponadto zakłada się zwiększenie spożycia ryb z jednoczesnym obniżeniem przełowienia w rybołówstwie morskim i śródlądowym na rzecz zwiększenia udziału akwakultury. Wzrost znaczenia gospodarki stawowej i budowa nowych obiektów niesie także istotne korzyści w postaci zwiększenia obszarów retencji wody z opadów, a jak wiadomo, nasz kraj ma jeden z największych deficytów wody w UE.

W powiązaniu z obniżeniem produkcji i spożycia mięsa prognozuje się, że w latach 2017–2026 wzrośnie w krajach Unii konsumpcja produktów mlecznych: masła (o 6%), sera (o 7%), odtłuszczonego i pełnego mleka w proszku (o 32% i 19%), serwatki (o 8 %) oraz świeżych produktów mlecznych (o 20,5%) (Raport PKO 2018). Ktoś zapyta, a dlaczego produkty mleczne, skoro krowy należą do zwierząt gospodarskich emitujących stosunkowo najwięcej CO₂ i metanu? Odpowiedź jest oparta jest na szerokiej analizie korzyści i strat. Uwzględniono w niej prozdrowotne i odżywcze właściwości mleka i jego produktów jako kontrpropozycja dla mięsa, głównie mięsa czerwonego. Ponadto, w UE trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) dostarczające paszy dla bydła stanowią największą część unijnych użytków rolnych (62%), ale też są cenne dla środowiska, ponieważ posiadają duży potencjał detoksykacji środowiska (filtr biologiczny), retencji wody oraz sekwestracji dwutlenku węgla uwalnianego do atmosfery z działalności rolniczej (ok. 20% CO₂). Pasza wytworzona na użytkach zielonych pozwoli skrócić łańcuch dostaw (element programu dekarbonizacji transportu w UE) i ograniczyć import pasz białkowych z innych kontynentów. Wypas pastwiskowy jest uznawany za najlepszy dla zachowania dobrostanu krów mlecznych.

Prognozowany trend w zakresie produkcji głównych pasz dla przeżuwaczy w UE nie jest korzystny dla założeń nowego programu (Ciscar i in., 2018). W przypadku użytków zielonych, ich liczba spada wraz z upływem lat. W latach 1967–2007 europejskie użytki zielone zmniejszyły się o 7 mln ha (Huyghe i in., 2014) i dalej o około 2% w latach 2009–2015. W przyszłości ten trend może się utrzymać. Na wyniki może jednak wpłynąć „efekt nawożenia CO₂” (czyli wzrost stężenia CO₂ w powietrzu) który ma sprzyjać wzrostowi produkcji użytków zielonych o 11% w UE (Ciscar i in., 2018). Poprawa gospodarki pastwiskami i wypasami może pomóc w ograniczeniu degradacji gleby, erozji wiatrowej i wodnej, zwiększeniu biomasy na użytkach zielonych i poprawie zdrowia zwierząt (Conant i in., 2017). Wprowadzenie ulepszonych gatunków traw o wyższej produktywności lub alokacja węgla do głębiej położonych partii korzeni i do roślin strączkowych może przyspieszyć sekwestrację węgla atmosferycznego w glebie (zwiększa też bioróżnorodność gleby). Wpływ intensywności wypasu na emisję

gazów innych niż CO₂ nie jest dobrze poznany, poza skutkami wynikającymi z korekt w liczbie zwierząt gospodarskich. Emisję CH₄ można potencjalnie zmniejszyć poprzez wprowadzenie większej ilości koncentratów paszowych (jednak mogą one wymagać zwiększonego zapotrzebowania na grunty orne do ich produkcji). Przy wprowadzaniu paszy treściwej należy wziąć pod uwagę konsekwencje dla zdrowia zwierząt.

3. Walka z ociepleniem klimatu w pułapce globalizacji

Należy pamiętać, że nasza gospodarka nie działa w izolacji od innych gospodarek krajowych na świecie, gdzie nadal jest obserwowany duży popyt na produkty pochodzenia zwierzęcego, a w niektórych częściach świata, np. w Dalekiej Azji, wykazuje on znaczący wzrost. Największym z rynków zbytu dla produktów pochodzenia zwierzęcego jest rynek chiński, który importuje znaczące w skali światowej produkcji ilości wieprzowiny, mimo że ten kraj sam wytwarza połowę światowej produkcji mięsa wieprzowego (w 2018 r. wyprodukowano tam 54,04 mln ton wieprzowiny). Pojawienie się w połowie 2018 r. afrykańskiego pomoru świń (ASF) w Chinach spowodowało gwałtowny spadek produkcji własnej, wzrost importu i skok notowań cen mięsa wieprzowego na światowych rynkach. Odbiło się to także na notowaniach cen wieprzowiny na naszym rynku.

Przeznaczeniem znacznej części intensywnej produkcji zwierzęcej w Polsce jest eksport. W 2018 r. Polska wyeksportowała około 0,46 mln ton żywca wołowego i wołowiny, około 0,9 mln ton żywca wieprzowego i wieprzowiny oraz ponad 1,4 mln ton drobiu. Globalizacja niesie ze sobą jeszcze jeden aspekt ekonomiczny – produkty pochodzące z krajów o niższych kosztach produkcji (także z Polski) stanowią silną konkurencję dla produktów rolnych wytwarzanych w „starych krajach” UE. Zatem bez równoległego wprowadzenia szeregu mechanizmów regulacyjnych, obniżenie spożycia mięsa przez rodaków może mieć niewielki wpływ na wielkość produkcji zwierzęcej, a tym samym na środowisko w naszym kraju. **Jedynym rozsądnym wyjściem byłoby rozpoczęcie solidarnego ograniczania i kontrolowania wielkości produkcji zwierzęcej na wszystkich kontynentach. To jest postulat mało oryginalny i wydawałoby się oczywisty, ale niezwykle trudny do wprowadzenia w życie.** Co więcej, ten postulat powinien jednocześnie uwzględnić sytuację globalną. Wiadomo, że w większości państw Afryki roczne spożycie mięsa wynosi 7–8 kg/rok, czyli poniżej biologicznych potrzeb, a w Indiach jest to około 4 kg/rok na osobę. Bogacące się w ostatnich dekadach kraje Afryki wykazują coraz wyższą konsumpcję mięsa (zwiększenie konsumpcji mięsa jest odzwierciedleniem poprawy statusu społecznego). Identyczny trend wykazano w Chinach w ciągu ostatnich 20 lat wzrostu gospodarczego. Poza wzrostem spożycia mięsa na 1 osobę rośnie też globalne spożycie z powodu wzrostu liczby ludności – od lat 1960 do dzisiaj światowa produkcja mięsa wzrosła o połowę.

ZMIANA KLIMATU

Podsumowując, mimo że trend demograficzny w Polsce jest malejący i mimo prawdopodobnego spadku spożycia mięsa (może nie aż tak znaczącego, jak postulowany), *per saldo* otoczenie zewnętrzne kraju może zniweczyć zmiany ilościowe w produkcji zwierzęcej z uwagi na wzmożony popyt zewnętrzny.

4. Adaptacja rolnictwa do zmian klimatu

Polska leży w strefie klimatycznej umiarkowanej. Nasz klimat zasadniczo sprzyja prowadzeniu chowu i hodowli zwierząt gospodarskich. W porównaniu np. z klimatem krajów skandynawskich czy państw basenu śródziemnomorskiego warunki pogodowe sprzyjają wypasaniu bydła mlecznego na pastwiskach przez większość miesięcy w ciągu roku, jak i całorocznemu utrzymywaniu pod dachem krów, świń i drobiu w stosunkowo prostych konstrukcyjnie i tanich w utrzymaniu budynkach. Nakłady na energię elektryczną są ograniczane do oświetlenia i wentylacji pomieszczeń. Wymagające większej ilości energii ogrzewanie budynków stosuje się w ograniczonym zakresie, w sektorach odchowu prosiąt z maciorą i piskląt. **Wraz ze wzrostem temperatury otoczenia należy obawiać się przegrzania zwierząt, zarówno na pastwisku, jak i w budynkach, co może skutkować stresem, niższymi przyrostami dziennymi, łatwiejszą zapadalnością na choroby oraz problemami z rozrodczością.** Konsekwencją podniesienia średniej temperatury, szczególnie w okresie letnim, będzie obniżona produkcja mięsa i mleka, większa ilość leków weterynaryjnych, szczepionek i środków odkażających zużytych na profilaktykę i leczenie chorób oraz zwiększona liczba upadków i brakowań zwierząt.

4.1. Wpływ ocieplenia klimatu na zwierzęta gospodarskie

Produkcja zwierzęca w rolnictwie europejskim angażuje 28% użytkowanych gruntów (dane 2016 r.). Dotychczasowa adaptacja nie pozwoliła sektorowi hodowlanemu UE na skuteczne radzenie sobie z poważnymi zdarzeniami klimatycznymi, takimi jak fale upałów i susze latem 2003, 2011 i 2018 r. Na produkcję opartą na systemach pastwiskowych poważnie wpłynęła utrata produktywności upraw paszowych, niedobory wody i śmiertelność zwierząt, pomimo dużego importu siana i słomy w dotkniętych zmianami regionach. Ponadto pojawiające się choroby zakaźne związane z przesunięciami przestrzennymi ekosystemów mają duży wpływ na ten sektor produkcji zwierzęcej (np. choroba niebieskiego języka, BT). Zwierzęta gospodarskie i surowce dla ich wyżywienia podlegają zmianom klimatycznym zarówno bezpośrednio, poprzez zmianę produktywności i plonów, jak i pośrednio, np. przez zmiany cen pasz (Ciscar i in., 2018). Przewiduje się, że bezpośredni wpływ zmian klimatycznych na zwierzęta gospodarskie zmieni ich wydajność oraz jakość produktów pochodzenia zwierzęcego (Raport EEA 2019).

Większość zwierząt gospodarskich ma strefę termoneutralną w przedziale temperatur 16–25°C, w której mogą wykazywać pełne cechy użytkowe.

W przypadku, gdy temperatura zewnętrzna podnosi się i wykracza poza strefę termoneutralną, organizm uruchamia mechanizmy adaptacyjne w odpowiedzi na stres cieplny. Konsekwencją stresu cieplnego jest zmniejszenie dziennego spożycia pokarmu (fizjologiczny adaptacyjny mechanizm redukcji metabolicznej produkcji ciepła). Przekroczenie temperatury otoczenia powyżej 25°C powoduje u krów mlecznych zwiększenie rozpraszania ciepła – w szczególności parowania, poprzez zwiększenie podskórnego przepływu krwi, dyszenie, ślinienie, itp., co niestety zwiększa zapotrzebowanie na energię (o 20% przy wzroście temperatury z 25 do 35°C), a tym samym dodatkowo generuje dodatkowe ilości ciepła, które muszą opuścić organizm, aby nie doszło do hipertermii. Im wyższa temperatura otoczenia, tym większe trudności z odprowadzaniem tego ciepła. Ratunkiem jest ograniczenie produkcji ciepła w procesach metabolicznych poprzez ograniczenie wszelkiej aktywności z pobieraniem pokarmu i przeżuwaniami włącznie. W konsekwencji krowa zmniejsza spożycie (przy temperaturze otoczenia 40°C redukcja spożycia pokarmu może osiągnąć 40%), szczególnie paszy objętościowej, co z kolei prowadzi do zahamowania skurczów żwacza, wzdęć i rozwoju kwasicy żwacza. Wraz ze wzrostem temperatury otoczenia powyżej 25°C spada produkcja mleka i płodność (zanik objawów rui), a rośnie zamieralność zarodków oraz ryzyko klinicznego zapalenia wymienia. Ponadto obserwuje się zmiany w zachowaniu (osowiałość, agresja), zaburzenia ze strony układów oddechowego i krążenia oraz osłabienie funkcji układu immunologicznego (Lacetera, 2019; Lubroth, 2012; West, 2003). Stres cieplny jest coraz większym problemem na fermach krów mlecznych. Badania wykazały, że utrata mleka spowodowana stresem cieplnym jest zróżnicowana geograficznie, zwłaszcza gdy żywienie bydła opiera się na systemie pastwiskowym (Oyhantcabal i in., 2010; Polski i von Keiserlingk, 2017; Noordhuizen i Bonnefoy, 2015). Krowy o wysokiej wydajności mlecznej są bardziej wrażliwe na wysoką temperaturę i wilgotność niż osobniki niskowydajne. W czasie upałów krowy mogą wypić ponad 100 litrów wody dziennie, nawet te o niższej wydajności.

Świnie poddane długotrwałemu stresowi cieplnemu pobierają mniej paszy, wolniej rosną i wykazują szereg zaburzeń, spośród których do najistotniejszych od strony ekonomicznej zalicza się zaburzenie funkcji rozrodczych. Tuczniki gorzej znoszą upały niż warchlaki i reagują podwyższoną chorobowością i śmiertelnością (Collin i in., 2001; Rauw i in., 2020). Mięso tuczników poddanych długotrwałemu stresowi cieplnemu wykazuje pogorszone cechy technologiczne. U loch przy dłuższej ekspozycji na temperaturę do 29°C można zaobserwować 30% spadek produkcji mleka oraz obniżenie stężenia immunoglobulin w sianie i mleku (Campos i in., 2017; Mayorga i in., 2019). Stres cieplny powoduje zmniejszenie przeżywalności zarodków i osłabia integralność nabłonka jelitowego, zwiększając ryzyko wystąpienia biegunek pokarmowych. W badaniach chorwackich wykazano, że wzrost temperatury otoczenia w okresie letnim z 30 do 35°C prowadzi na fermach świń do znacznych strat produkcyjnych. U loch istotnie spadała liczba wyproszzeń oraz liczba prosiąt w miocie, a u tuczników obserwowano istotny

ZMIANA KLIMATU

spadek zużycia paszy i zahamowanie przyrostów masy ciała o 10–20% (Almond i Bilkei, 2005). Stres cieplny wpływa też na produktywność (przyrosty, nieśność) i zachowanie drobiu, ptaki mniej piją, wykazują mniejszą ruchliwość, a wykonują więcej zabiegów pielęgnacyjnych. Zmiana klimatu i wzrost temperatury otoczenia będą nieobojętne dla układu odpornościowego zwierząt gospodarskich, a upośledzenie jego funkcji będzie wiązało się z większą podatnością na choroby, zarówno zakaźne, jak i metaboliczne. Skutkiem stresu cieplnego jest wzrost obwodowego poziomu kortyzolu, prowadzący do zaburzeń w produkcji cytokin i supresji immunologicznej.

Hodowla zwierząt w celu uzyskania większej tolerancji na wysokie temperatury w połączeniu z poprawą zdrowotności (w tym podatności na choroby) może pozytywnie wpłynąć na produktywność i zmniejszyć presję pastwisk na użytki zielone (De Haas i in., 2016). Bardziej efektywne wykorzystanie pasz zbożowych i efektywniejsze żywienie (poprzez obniżanie kosztów), dywersyfikacja rozmieszczenia gatunków, selektywna hodowla w celu poprawy wydajności konwersji paszy oraz włączanie resztek poźniowych i przetworzonych produktów ubocznych, to tylko niektóre z rozwiązań, które można zastosować w adaptacji produkcji zwierzęcej. Wskazuje się na korzyści z selekcji hodowlanej opartej na genetyce – w celu zwiększenia wydajności zwierząt (co zmniejszy emisję GHG).

4.2. Adaptacja infrastruktury i zarządzania gospodarstwami

Podniesienie odporności gospodarstw na zjawiska klimatyczne może stać się jedną ze strategii walki ze wzrastającą temperaturą. Na tę strategię składa się m. in. wyposażanie budynków dla zwierząt w urządzenia do chłodzenia. Jednak może się to okazać pułapką ekonomiczną, prowadzącą do znacznego podrożenia kosztów produkcji oraz znaczącego zwiększenia emisji CO₂ do atmosfery, związanej ze zwiększonym zużyciem energii elektrycznej. Mniej ryzykownym wyjściem niż klimatyzowanie pomieszczeń dla zwierząt może okazać się poprawa termoizolacji ścian, a szczególnie dachów. W przypadku chowu świń i drobiu (kierunków produkcyjnych o zwiększającym się zapotrzebowaniu na energię), rozwiązaniem może być wdrażanie energooszczędnych technologii, np. mikroinstalacje OZE (odnawialnych źródeł energii) na fermie. W przypadku bardziej drastycznych zmian temperatury może okazać się, że wysokowydajne rasy czy odmiany bydła mlecznego i świń, z uwagi na wysokie wymagania co do warunków środowiska, będą musiały być zastąpione przez rasy lepiej adaptujące się do skrajności pogodowych. Problem tkwi w tym, że rasy te są niestety zazwyczaj mniej wydajne (oraz charakteryzują się wyższą emisją CO₂ i metanu; patrz powyżej). W roku 2018 średnia wydajność krów mlecznych objętych oceną wartości użytkowej w Polsce wynosiła około 8300 kg mleka/rok, podczas gdy wydajność mleczna krów ras rodzimych, charakteryzujących się mniejszymi wymaganiami paszowymi i klimatycznymi, jest o połowę niższa (np. krowa czerwona polska daje poniżej 4000 kg mleka/rok, a polska czarno-biała około 4400 kg mleka/rok). Podobnie jest z efektywnością w chowie świń. Tuczniaki rasy

wielka biała polska charakteryzują się dobowymi przyrostami około 730 g, podczas gdy łatwiej adaptujące się do trudnych warunków tuczniaki rasy puławskiej – ok. 570 g. W skrajnych przypadkach może dojść do przestawienia hodowli na zwierzęta dzisiaj rzadko spotykane w Polsce, np. owce tłustoogoniaste (np. awassi) i kozy, które są bardziej odporne na zmiany temperatury niż inne przeżuwacze.

Ulepszanie warunków chowu zwierząt w zakresie ekspozycji na wysokie temperatury (np. zacienienie, systemy wentylacji) poprawia wydajność produkcji zwierzęcej. Koszty inwestycji i utrzymania nowych technologii w pomieszczeniach dla zwierząt mogą być wysokie, jednak koszt sadzenia drzew i krzewów w celu uzyskania zacienienia może być niższy i przynosić dodatkowe korzyści z różnorodności biologicznej i retencji wody. Poprawa warunków chowu zwierząt prowadzi do zmniejszenia emisji CH₄, ponieważ emisje zmniejszają się wraz ze spadkiem temperatury otoczenia. Ponadto wzrost zdrowotności i dobrostanu zwierząt poprawia efektywność wykorzystania i spożycia paszy, co może prowadzić do niższych emisji na jednostkę produkcji. W szczególności w systemach chowu bydła mlecznego emisje CH₄ i N₂O zmniejszają się wraz ze wzrostem wydajności, podczas gdy emisje CO₂ rosną, ale na mniejszą skalę (Raport EEA 2019).

Poza temperaturą powietrza istotna jest jego wilgotność, szczególnie dotyczy to zwierząt utrzymywanych w pomieszczeniach. Zwierzęta w wydychanym powietrzu wydzielają parę wodną; im bardziej intensywny metabolizm, tym więcej wydychają pary wodnej. Problemem staje się wtedy utrzymanie odpowiedniej wilgotności w budynkach, szczególnie kiedy wzrasta ilość wilgoci w powietrzu na zewnątrz. W takich warunkach dochodzi do utrudnienia oddawania ciepła i łatwiej o pojawienie się stresu cieplnego, o czym było powyżej, ale także łatwiej o rozwój bakterii i pleśni w otoczeniu czy w paszy, łatwiej także o zakażenia u zwierząt. Wysoka temperatura i wilgotność wydłużają czas inaktywacji patogenów (bakterii, wirusów i jaj pasożytów) w budynkach gospodarskich. W takich warunkach klimatycznych część patogennych drobnoustrojów może się namnażać poza organizmem zwierzęcym, jak w przypadku bakterii z rodzaju *Salmonella* i *Campylobacter jejuni*. Dla rozwoju *C. jejuni* w paszy dla drobiu wystarczyło utrzymanie temperatury w granicach 37°C (Alves i in., 2017), co jest zupełnie możliwe do uzyskania w upalne lato w silosach paszowych w Polsce. Takie warunki sprzyjają także namnażaniu szkodliwych owadów – krwio pijnych, wektorów czynników zakaźnych oraz szkodników pasz i upraw polowych (fitofagów).

Owady zaliczane są do zwierząt ektotermicznych – uzależnionych od warunków termicznych otoczenia. Uzależnienie dotyczy zarówno postaci larwalnych, jak i dorosłych. Wzrost temperatury otoczenia skraca okres rozwoju od stadium jaja do poczwarki, wzmaga tempo wzrostu postaci dorosłych i skutkuje zwiększonym ich rozpraszaniem w środowisku i możliwością ekspansji na nowe, dotychczas niezajmowane obszary. Do inwazyjnych gatunków związanych ze zmianą klimatu zalicza się szkodniki sanitarne oraz wektory chorób zwierząt, np. muchówki *Culicoides*. Niska temperatura i wilgotność (chłodne pory roku) niosą odwrotny skutek. Niskie temperatury otoczenia zimą wiążą się z wysoką

ZMIANA KLIMATU

śmiertelnością wśród owadów i są istotnym czynnikiem regulującym wielkość owadziej populacji. Wzrost temperatur będzie powodował wcześniejsze pojawianie się gatunków owadów szkodliwych dla upraw polowych. W rolnictwie jest to zjawisko szczególnie niepożądane, jeżeli dotyczy fitofagów, które mają więcej niż jedno pokolenie w ciągu roku. Warto jeszcze wspomnieć o dużych zdolnościach adaptacyjnych wśród owadów, ułatwiających szybkie przystosowanie do zmieniających się warunków klimatycznych (Jaworski i Hilszczański, 2013). Stwierdzono też, że globalizacja jest czynnikiem istotnie podnoszącym ryzyko przeniesienia szkodliwych owadów (tak jak i patogenów) na nowe obszary.

4.3. Żywnienie zwierząt

W adaptacji produkcji zwierzęcej do zmian klimatu nie może zabraknąć modyfikacji w żywieniu zwierząt. Oczekiwania dotyczą nowych pasz, które w efekcie dadzą niższą emisję CO₂ i metanu przez zwierzęta, mimo że obecnie już emisja ta została znacząco obniżona, oraz optymalizacji zużycia paszy. Można się spodziewać powrotu do stosowania lokalnych surowców roślinnych jako źródła białka i energii jako alternatywy dla roślin transportowanych z odległych kontynentów (takie są również zalecenia UE). Niewątpliwie wzrośnie popyt na dodatki paszowe optymalizujące procesy trawienne i podnoszące zdrowotność zwierząt, a jednocześnie odciążające środowisko naturalne. Takim przykładem może być stosowanie techniki mikrootoczkowania niektórych dodatków, która pozwala zmniejszyć dawki (np. ZnO), stosowanie dodatków roślinnych (np. ekstrakty juki) lub probiotyków. Tym bardziej, że zmienione warunki wegetacji mogą spowodować szereg zmian w składzie chemicznym roślin użytkowych, np. zwiększenie udziału włókna pokarmowego czy tanin. Optymalizacja zużycia paszy to także ograniczanie strat związanych z psuciem (pleśnienie, szkodniki magazynów pasz – owady, gryzonie) oraz marnowaniem w trakcie zbiorów, przechowywania i zadawania pasz (niewyjady, straty z powodu chorób przewodu pokarmowego). Mimo, że w warunkach europejskich, także polskich, pasza stanowi około 70% kosztów produkcji zwierzęcej, to straty z tego tytułu mogą sięgać od 5 do nawet 20% paszy.

5. „Odklimatyczne” choroby zwierząt gospodarskich

Na liście chorób zwierząt gospodarskich, których występowanie niewątpliwie wzrośnie wraz z ociepleniem klimatu, należy umieścić wszystkie choroby dotychczas stwarzające problemy w chowie wielkostatnym i małych gospodarstwach. Są to: infekcje górnych dróg oddechowych i przewodu pokarmowego, choroby metaboliczne, problemy z rozrodem, a u bydła także zapalenia gruczołu mlekowego (mastitis) i kulawizny. U zwierząt wysokoprodukcyjnych będą one występowały częściej i będą miały cięższy przebieg, z uwagi na obciążenie zwierząt stresem cieplnym. Podobnie spodziewana jest wyższa zapadalność i cięższy

przebieg chorób zakaźnych, z uwagi na immunosupresję towarzyszącą chronicznemu przegrzaniu (Redshaw i in., 2013). Co więcej, należy spodziewać się nowych jednostek chorobowych na obszarze naszego kraju, charakterystycznych dla obszarów o cieplejszym klimacie. Takim przykładem może być niedawne pojawienie się w krajach Europy Środkowej afrykańskiego pomoru świń.

Wrażliwość systemów produkcji rolnej na zagrożenia związane ze zmianami klimatu będzie zależała od rodzajów upraw/hodowli, gatunków szkodników i ich liczebności, a także lokalizacji geograficznej. Lokalna różnorodność biologiczna może działać jako regulator populacji szkodników. Ryzyko pojawiania się chorób odzwierzęcych może wzrastać ze względu na zwiększone przetrwanie czynników chorobotwórczych w środowisku, zmiany w szlakach migracji, zmiany dotyczące populacji nosicieli i wektorów chorób (muchy, kleszcze, komary z rodzajów *Aedes*, *Anopheles* i *Culex*) oraz zmiany w naturalnych ekosystemach (Short i in., 2017). Według szacunków WHO, około 75% nowo pojawiających się chorób zakaźnych to zoonozy. Choroby zwierząt obniżają efektywność produkcji zwierzęcej o ok. 30%.

Zmiany klimatyczne mogą zmienić wzorce sezonowe oraz liczebność szkodników i chorób, co może wpływać na stosowanie pestycydów w produkcji roślinnej. Nawiasem mówiąc, pestycydy do utrzymania swojej efektywności w ocieplonym klimacie będą wymagały wyższych dawek. Podwyższone temperatury mogą również prowadzić do pojawienia się, bądź ponownego pojawienia się, patogenów i wektorów chorób, także zoonoz. Przykładem może być wirus choroby niebieskiego języka (pryszczycza rzekoma, Blue Tongue, BTV) w Europie Północnej, czy wirus afrykańskiego pomoru koni (AHS) – co pokazuje, że zmieniające się warunki klimatyczne ułatwiają rozprzestrzenianie się patogenów. Czynnikiem sprzyjającym jest wysoka mobilność ludzi, globalizacja handlu oraz przemieszczanie roślin i zwierząt, urbanizacja, zanieczyszczenie środowiska, zmiany odporności ekosystemów oraz intensyfikacja rolnictwa. Są one współzależne i powinny być rozpatrywane łącznie ze zmianami klimatu.

Pryszczycza rzekoma (BT) jest zakaźną, niezaraźliwą chorobą przeżuwaczy udomowionych i wolno żyjących, powodowaną przez wirus (*Orbivirus*) przenoszony przez krwiopijne muchówki *Culicoides* (kuczmany), które z rejonów afrykańskich szeroko rozprzestrzeniły się na świecie (z Afryki Południowej zawleczone do Europy, a z Zachodniej do Chin), typowo występujące na terenach podmokłych i w pobliżu zbiorników wodnych. W rejonach subsaharyjskich Afryki *Culicoides* są też odpowiedzialne za przenoszenie najbardziej śmiertelnej wirusowej choroby koni – AHS (reowirus). W Polsce do tej pory postaci dorosłe muchówki nie przeżywały zimy. Wiadomo, że w cieplejszych strefach klimatycznych są one aktywne przez cały rok (notuje się spadki liczebności w okresach z niskimi opadami). W klimacie umiarkowanym transmisja wirusa BT jest sezonowa i powiązana z ciepłymi i wilgotnymi miesiącami letnimi i jesiennymi. W związku ze zmianami klimatu i ociepleniem obserwuje się ekspansję muchówek w kierunku północno-wschodniej Europy. BT odnotowano już u bydła

ZMIANA KLIMATU

w Niemczech i Czechach. Do Polski wirus został zawleczony w 2006 roku z cieleńcami importowanymi z Rumunii. Obecnie prowadzony jest program monitorujący zagrożenie. Choroba niebieskiego języka (BT) jest chorobą podlegającą obowiązkowi zwalczania. W Europie i Australii dla zmniejszenia strat ekonomicznych (np. w transporcie zwierząt) monitoruje się loty dorosłych muchówek i określa stopień zagrożenia transmisji wirusów. Ponieważ w Europie pojawił się już wirus Schmallerberg (SBV), który jest również przenoszony przez muchówki, wzrastają obawy zawleczenia również wirusa AHS. Co gorsza, na całym świecie wyizolowano z muchówek *Culicoides* ponad 50 różnych wirusów.

6. Wpływ zmian klimatu na biologię szkodników upraw paszowych

Zmiana klimatu prawdopodobnie przedłuży sezonową aktywność szkodników i chorób oraz spowoduje wzrost ich występowania, szczególnie w chłodniejszych regionach, gdzie cieplejsze temperatury mogą pozwolić na więcej cykli reprodukcyjnych szkodników owadzi (Olesen i in., 2011) i spowodować większe i wcześniejsze inwazje w kolejnych sezonach upraw, ponieważ szkodniki mogą przetrzymać na obszarach, na których są obecnie ograniczone przez niskie temperatury zimą (Roos i in., 2011). Według badań Lehmana i wsp. (2020) reakcja 31 głównych światowych szkodników na ocieplenie klimatu wskazuje, że szkody przez nie powodowane wzrosną o 50%, natomiast nie można ustalić wspólnego trendu w zasięgu ekspansji czy dynamice populacji typowego dla wszystkich badanych gatunków. Szkodniki, zwłaszcza insekty, są odpowiedzialne za ok. 18% globalnych rocznych strat upraw, a także za 40% strat w dostawach żywności. Zwalczanie szkodników także pochłania dużo środków. Dodatkowo wzrost temperatur może spowodować, że szkodniki upraw, które do tej pory nie miały większego wpływu ekologicznego (typowego dla szkodników leśnych), zaczną go wykazywać i wyrządzać szkody rolnicze na dużą skalę. Jako przykład można podać stonkę kukurydzianą (ang. Western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*), która może przenosić wirusa chlorotycznej pstrości kukurydzy (ang. maize chlorotic mottle virus, MCMV) na inne rośliny. W Stanach Zjednoczonych stwierdzono w populacjach tego szkodnika wykształcenie odporności na toksynę Bt roślin GMO. Zmiany klimatu mogą także objawić różnice w preferencjach termicznych szkodników upraw i ich naturalnych wrogów, co może prowadzić do utraty synchronizacji między nimi i zwiększonego ryzyka niszczenia upraw (raport EEA 2019).

Omacnica prosowianka, ważny szkodnik kukurydzy, może poszerzyć swoją niszę klimatyczną w Europie Środkowej i Północnej (Kovats i in., 2014). W badaniu Svobodová i in. (2014), dla Europy Środkowej przewidywano przesunięcie zasięgu występowania gatunków szkodników w kierunku wyższych wysokości n.p.m. oraz wzrost liczby pokoleń szkodników w roku. Z kolei w południowych regionach Europy prognozowano spadek liczby pokoleń szkodników w wyniku niedostatecznej wilgotności.

Ponadto prognozuje się, że cieplejsze warunki klimatyczne zwiększą ryzyko niszczenia upraw na polach i w magazynach (np. w związku z zanieczyszczeniem aflatoksynami), co obniży możliwość ich wykorzystania jako pasze czy żywność (Battilani i in., 2016). Zmiana klimatu może również wpływać na ruch muszki oliwkowej (ang. *Olive fly*; *Bactrocera oleae*) w kierunku północnym (Tanasijevic i in., 2014). Prognozuje się, że zwójka krzyżoweczka (ćma winorośli; ang. Grapevine moth; *Lobesia botana*) i grzyb czarnej zgnilizny drzew owocowych (ang. Black rot fungus; *Guignardia bidwelli*) spowodują duże szkody w Europie w wyniku zmiany klimatu (Caffarra i in., 2012; Kovats i in., 2014).

Ważnym przykładem zagrożenia bezpieczeństwa żywności z ostatniej chwili (rok 2020) może być plaga szarańczy pustynnej w Afryce. Opady atmosferyczne i pojawianie się nowej roślinności znacząco przyspieszają wzrost populacji szarańczy i powodują pojawienie się wędrownego pokolenia szarańczy, które mogą pokonywać nawet do 140 km dziennie. Szarańcza charakteryzuje się wybitnie wysoką żarłocznością – średniej wielkości rój szarańczy może zjeść tyle samo pożywienia, co cała populacja ludności Kenii. Eksperti FAO przestrzegają, że przy nieodpowiednim zwalczaniu szkodnika istnieje ryzyko, że przedostanie się on na południe Europy.

Jakkolwiek wzrosty temperatury i wielkość opadów są najistotniejszymi czynnikami wzrostu populacji oraz rozprzestrzeniania się szkodników, to nazbyt obfite opady mogą zwolnić wzrost oraz reprodukcję niektórych gatunków oraz – przykładowo – wymyć jaja i larwy z roślin, na których bytują. Wzrost stężenia CO₂ jako czynnik antropogeniczny również wpływa pośrednio na szkodniki, poprzez zmianę ilości związków odżywczych wytwarzanych przez rośliny. Przykładowo *Trichoplusia ni*, szkodnik kapusty w Ameryce Północnej, przy zwiększonej koncentracji CO₂ zjada więcej liści, co wynika z obniżonej zawartości azotu w liściach. Wysokie stężenie CO₂ sprzyja też wzrostowi pasożytniczych grzybów.

Ekstremalne zjawiska pogodowe mogą wpłynąć na interakcje pomiędzy rośliną, szkodnikiem i chorobą w sposób nieprzewidywalny, na przykład odległości, na jakie przenoszone są zarodniki grzybów, zależą w dużej mierze od siły wiatru. Niewykluczone są także sytuacje odwrotne, kiedy to wzrost temperatury może ograniczyć aktywność niektórych szkodników i chorób, jak np. grzybiczej zgnilizny łodyg zbóż (ang. cereal stem rots), czy mączniaka prawdziwego winorośli (ang. Grapevine powdery mildew; *Erysiphe necator*) (Luck i in., 2011; Caffarra i in., 2012). Przewiduje się, że ryzyko związane z rozprzestrzenianiem się szkodników i chorób będzie niższe przy ociepleniu o 1,5°C niż przy 2°C (wysoki poziom ufności) (IPCC, 2018).

Podane tutaj przykłady wskazują na zasadność wprowadzenia na poziomie kontynentu monitoringu szkodników (ang. Climate smart pest management, CSPM) (Heeb i in., 2019), co zgodnie z promowaną przez FAO strategią inteligentnego rolnictwa (Climate Smart Agriculture, CSA; Loboguerrero i wsp., 2019) powinno doprowadzić do zmiany orientacji działania systemów rolniczych

ZMIANA KLIMATU

celem wspierania rozwoju i zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego w zmieniającym się klimacie. W obliczu zmian klimatycznych niezbędne staje się międzysektorowe, systemowe ograniczanie szkód wyrządzanych przez szkodniki, skoncentrowane na wzmacnianiu usług ekosystemowych, zmniejszaniu intensywności emisji GHG i wzmocnieniu odporności systemów rolniczych na zmiany klimatyczne. UE widzi także potrzebę analizy ryzyka związanego z agrofagami, aby działania zapobiegawcze skupić zwłaszcza na tych szkodnikach, których skutki występowania (gospodarcze, społeczne, środowiskowe) będą najbardziej dotkliwe dla Europy, a których ryzyko wprowadzenia wzrasta z powodu globalizacji handlu oraz zmian klimatycznych (tzw. szkodniki kwarantannowe). Wprowadzono nowe regulacje prawne z zakresu zdrowia roślin, w tym Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 2016/2031 w sprawie środków ochronnych przeciwko agrofagom roślin.

7. Efektywność leczenia zwierząt i działań profilaktycznych

Zmiany klimatyczne prognozowane dla Polski nie będą korzystne dla zdrowia zwierząt gospodarskich i będą powodowały wzrost liczby chorób metabolicznych i zakaźnych oraz ciężkości ich przebiegu. Niewątpliwie wzrośnie liczba i tempo rozpraszania wektorów chorób (np. kleszczy, komarów, muchówek), pasożytów i patogenów w środowisku. Zwierzęta będą przez to bardziej na nie eksponowane, a warunki środowiskowe (wysoka temperatura i wilgotność), sprzyjając rozwojowi patogenów, będą miały negatywny wpływ na odporność zwierząt gospodarskich. Będzie się to wiązało ze zwiększonym zużyciem leków i preparatów weterynaryjnych oraz środków do dezynfekcji, które w większości są nieobojętne dla środowiska. Z drugiej strony, strategiczne cele WPR UE na 2030 rok zakładają ograniczenie sprzedaży środków przeciwdrobnoustrojowych (tj. antybiotyków, kokcydiostatyków i środków przeciw pasożytniczych) o 50%. Cele te mogą być niezwykle trudne do osiągnięcia w obliczu zmian klimatycznych, nie tylko w Polsce.

Leki stosowane w weterynarii stanowią coraz większe obciążenie dla środowiska – po wydaleniu z kałem lub moczem leki lub ich metabolity dostają się wprost do ścieków, gnojowicy i obornika. Część z nich, np. szereg antybiotyków, środków przeciwgrzybiczych, przeciw pasożytniczych i hormonów sterydowych, ulega powolnej degradacji i może stanowić zagrożenie dla środowiska – dla organizmów żyjących w glebie i wodach powierzchniowych oraz potencjalnie może ulegać kumulacji w roślinach. Ten ostatni aspekt wymaga jeszcze szczegółowych badań (Cooper i in., 2015). Uspokajające są dane wskazujące, że dotychczas notowane stężenia leków w wodach powierzchniowych i gruntowych są zwykle na tyle niskie, że nie niosą bezpośredniego zagrożenia dla zwierząt gospodarskich i człowieka, aczkolwiek monitoring amerykański wykazał, że zazwyczaj wykrywa się nie pojedynczy lek, a mieszaninę leków i substancji

chemicznych. W jednym z takich badań oznaczono 27 związków chemicznych, stąd istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia zjawisk sumowania lub synergii efektów ich działania (Boxall i in., 2009). Badania, w tym także polskie (Opaliński i in., 1998), wykazały, że pozostałości antybiotyków w glebie mogą zaburzać ekosystem: liczba bakterii (np. wiążących azot) oraz nicieni glebowych i pierścienic gwałtownie spada, rośnie liczba grzybów oraz zmienia się szata roślinna, np. zanika część ziół. Podobny efekt redukcji bezkręgowców glebowych (nicieni, pierścienic, larw owadów) obserwowano w przypadku kontaktu środków przeciwpasożytniczych z glebą. Co warto podkreślić, niekorzystne efekty antybiotyków w glebie zniosła śnieżna zima i wiosenne roztopy (Opaliński i in., 1998).

Największe zagrożenie dla środowiska stanowią leki aplikowane krowom mlecznym utrzymywanym w systemie pastwiskowym, ponieważ w takim przypadku pozostałości leków trafiają wprost do gleby, skąd są wymywane do wód gruntowych. Podobne zagrożenie stanowi rozlewanie na pola świeżej gnojowicy. Tlenowe i beztlenowe procesy fermentacji bakteryjnej, zachodzące w gnojówce i gnojowicy gromadzonej w zbiornikach oraz w składowanym na płycie oborniku, mogą doprowadzić do degradacji części leków. Na przykład napowietrzanie gnojowicy wzmacnia rozkład zawartych w niej estrogenów. Pozytywną stroną ocieplenia klimatu może być fakt, że sprawność procesów degradacji części leków (np. iwermektyny) jest proporcjonalna do wzrostu temperatury w zbiorniku.

W społeczeństwie europejskim nieobcy jest problem nadmiernego stosowania antybiotyków i chemioterapeutyków u zwierząt gospodarskich i narastającej antybiotykooporności. Wprowadzenie zakazu stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu w krajach UE w 2006 r. i później w kilkunastu krajach pozaeuropejskich nie spowodowało dramatycznego spadku użycia antybiotyków u zwierząt gospodarskich na świecie, ponieważ jednocześnie wzrosło ich użycie ze wskazań terapeutycznych. Obecnie 80% światowej produkcji antybiotyków zużywane jest na leczenie zwierząt gospodarskich. Problem jest trudny do opamiętania, ponieważ tylko niektóre kraje Europy, Ameryka Północna, Japonia i Korea Południowa zdołały znacząco ograniczyć zużycie antybiotyków weterynaryjnych. Notuje się natomiast dramatyczny wzrost użycia antybiotyków nie tylko jako leków, ale też jako dodatków paszowych w krajach szybko rozwijających się. Ten niebezpieczny trend obserwuje się w krajach Azji (Rosja, Indie, Chiny), Ameryki Południowej (Brazylia) i Południowej Afryki (m.in. RPA). Wytłumaczeniem tego niepokojącego zjawiska jest wzrost lokalnej produkcji zwierzęcej, wzrost siły nabywczej gospodarek oraz obniżenie światowych cen popularnie stosowanych antybiotyków. Niestety, w Polsce także obserwuje się od 2015 r. stopniowy wzrost zużycia antybiotyków weterynaryjnych w leczeniu zwierząt gospodarskich. Do tych niepokojących sygnałów dołączają wyniki badań z 2018 r., które sugerują, że wzrost temperatury otoczenia ma wpływ na wzrost antybiotykooporności wśród powszechnie spotykanych patogennych szczepów, takich jak np. *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* i *Staphylococcus aureus*, zatem prognozy dotyczące szerzenia się antybiotykooporności mogą wywoływać prawdziwy niepokój.

ZMIANA KLIMATU

Poza antybiotykami weterynaryjnymi, przewidywania związane z ocieplaniem klimatu wskazują na znaczący wzrost stosowania leków przeciw pasożytniczych oraz związane z tym zagrożenia, szczególnie gleby oraz wód powierzchniowych i gruntowych. Jako przykład, cypermethrin – powszechnie używany do zwalczania pasożytów zewnętrznych u bydła, owiec i drobiu – znajdowano w brytyjskich wodach powierzchniowych w stężeniach 85 mikrogramów/L, a popularny insektycyd, benzoesan emamektyny w stężeniach około 1 mikrograma/L. W takich stężeniach związki te mogą zaburzać szereg funkcji życiowych organizmów wodnych, np. iwermektyna hamuje pobieranie pokarmu, zaburza gospodarkę wodno-elektrolitową i rozród dorosłych owadów wodnych oraz rozwój form młodocianych. Ryzyka są o tyle poważne, że środki przeciw pasożytnicze charakteryzują się powolną degradacją w środowisku (Boxall, 2004).

Wzrost roli działań prewencyjnych, w tym przestrzeganie zasad bioasekuracji, będzie skutkowało wzrostem zużycia środków dezynfekcyjnych do odkażania narzędzi, środków transportu i budynków inwentarskich. Dla programów szczepień problemem może się okazać immunosupresja wywołwana stresem termicznym. Szczepienia mogą stawać się przez to mniej skuteczne, ponieważ zwierzęta nie będą w stanie nabyć odpowiedniego poziomu odporności indywidualnej i stadnej. Będą potrzebne rozwiązania, które pozwolą przezwyciężyć dysfunkcje układu immunologicznego. Dobrym przykładem może okazać się szersze wykorzystanie preparatów roślinnych o działaniu immunostymulacyjnym w postaci dodatków do pasz. W zakresie zarządzania zdrowiem stada konieczne będzie rygorystyczne stosowanie zasad bioasekuracji.

Z opracowań EFSA wynika, że głównym czynnikiem, powodującym pogorszenie zdrowotności u zwierząt gospodarskich (zwłaszcza świń, bydła i drobiu), jest genetyczna selekcja. EFSA sugeruje potrzebę wsparcia bioróżnorodności gatunkowej poprzez zintegrowane działania ochronne i produkcyjne. W naszym kraju takim działaniem może być powrót do szerszego użytkowania ras rodzimych. Przy braku odpowiednich zachęt, głównie finansowych, zainteresowanie rasami rodzimymi jest ograniczone, mimo że mają mniejsze wymagania pokarmowe i są bardziej odporne na choroby. Najważniejszym ograniczeniem jest, jak wcześniej wspomnieliśmy, ich stosunkowo niska wydajność.

8. Adaptacja przetwórstwa do zmian klimatu

Według raportów IPCC (Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu) z 2019 roku (IPCC, 2019) produkcja żywności i zmiany klimatu to naczynia połączone. Naukowcy oszacowali, że system żywnościowy odpowiedzialny jest za 1/5 do 1/3 emisji wszystkich gazów cieplarnianych. Związane ze zmianami klimatycznymi czynniki, takie jak wzrost temperatury i zmiany wilgotności, mają znaczący wpływ na technologie przetwórstwa oraz stan sanitarny produktów wprowadzanych na rynek, jak również na ich trwałość – czyli przydatność do spożycia. Utrzymanie

warunków produkcji zgodnie z wymaganiami systemu HACCP będzie wymagało od wielu przedsiębiorstw zwiększonych nakładów inwestycyjnych w zakresie modernizacji budynków (np. zwiększenie izolacji, efektywniejsza wymiana powietrza oraz utrzymanie jego czystości mikrobiologicznej) oraz wzrostu wydatków na energię (utrzymywanie odpowiednio niskich temperatur na halach produkcyjnych, w magazynach, chłodniach i mroźniach), jak również inwestowanie w bardziej efektywne systemy produkcji. Również przechowywanie żywności w warunkach chłodniczych w celu przedłużenia jej trwałości (chłodzenie, mrożenie, głębokie mrożenie – tylko głębokie mrożenie w temperaturze -18°C i poniżej zatrzymuje wszelkie procesy biochemiczne i aktywność nie tylko bakterii, ale również grzybów) będzie miało większy wpływ na zużycie energii. Konieczne będzie dostosowanie logistyki transportu i przechowywania surowców oraz żywności gotowej. W celu ograniczenia niekorzystnego wpływu na klimat zaleca się skracanie łańcucha żywnościowego i kładzie się nacisk na produkcję lokalną.

Produkty trwałe w temperaturze otoczenia (np. konserwy) do tej pory kojarzyły się z tzw. rynkami tropikalnymi – w związku z rosnącymi temperaturami otoczenia w Europie mogą być jednym z rozwiązań, które będą budzić szczególne zainteresowanie. Inną technologią, która pozwala na wytwarzanie trwałej i łatwej do przechowywania żywności jest liofilizacja. Z pewnością wzrosnie problem psucia się żywności o pH i a_w sprzyjającym rozwojowi mikroorganizmów.

Przetwórstwo żywności już obecnie jest pełne paradoksów, które mogą być pogłębiane zmianami klimatycznymi. Obserwuje się rosnący trend konsumencki do spożywania tzw. żywności naturalnej, nieprzetworzonej bądź niskoprzetworzonej. Żywność organiczna jest generalnie odbierana jako bardziej naturalna i zdrowa niż konwencjonalnie przetwarzana i jest wspierana przez filozofię „food movement” (ang. local food movement, slow food movement). Wartość polskiego rynku ekologicznej żywności w 2015 roku wynosiła 167 mln euro i rynek dynamicznie się rozwija (10–20% w skali roku, przewidywane utrzymanie wzrostu do roku 2030), ale przeciętny Polak na żywność ekologiczną wydał 4 euro (dane z 2015 r.). Dane na 2019 rok – wartość rynku polskiego 235 mln euro, rynek żywności ekologicznej stanowi 0,4% polskiego rynku spożywczego (średnia unijna to ok. 4%), a 23% Polaków kupuje biożywność (Raport PMR Rynek żywności bio i kosmetyków naturalnych w Polsce 2019. Analiza rynku i prognozy rozwoju na lata 2019–2024). Produkcja ekologicznego mleka i mięsa również wymaga sporych nakładów finansowych oraz dostosowania produkcji pierwotnej do wymagań ekologicznych – wyzwanie, na które warto się przygotować.

Jednocześnie wciąż prezentujemy niską akceptację żywności opisywanej w literaturze fachowej jako „ugly food”, zwłaszcza w odniesieniu do owoców i warzyw (w Stanach Zjednoczonych rocznie odrzuca się 60 mln ton owoców i warzyw, w Europie 50 mln ton, co stanowi 1/3 europejskiej produkcji owocowo-warzywnej) – UE wskazuje na konieczność zwiększenia edukacji konsumentów, aby ten stopień akceptacji podnieść. Przykładem ograniczenia marnowania takich

ZMIANA KLIMATU

„brzydkich” owoców czy warzyw jest działalność brytyjskich sieci Tesco i Sainsbury's, które wykorzystują je do produkcji smoothie, soków, czy zup w markach własnych.

Niski stopień przetworzenia oczywiście wpływa na skrócenie okresu trwałości produktu. Dodatki funkcjonalne do żywności (w tym substancje dodatkowe przedłużające trwałość) są źle widziane przez konsumentów, stale wzrasta świadomość konsumentów dotycząca wpływu substancji chemicznych na zdrowie (wymieńmy choćby konserwanty: azotyn sodu, E250 czy azotyn potasu E249) – kolejny aspekt „naturalności” w produkcji żywności. Jednocześnie szybkie psucie się zakupionych produktów obniża zaufanie do producenta i poddaje w wątpliwość świeżość produktu, a nie do wszystkich typów produktów można zastosować „naturalne” utrwalanie HPP (ang. high pressure processing) efektywne dla soków. Z kolei promieniowanie radiacyjne żywności, tzn. konserwowanie żywności promieniowaniem jonizującym, które niszczy szkodliwe drobnoustroje oraz przedłuża trwałość produktu (żywność utrwalona w ten sposób oznaczana jest symbolem Radura – „utrwalono radiacyjnie”) i jest bezpieczne dla konsumentów, ma słabą akceptowalność. Chcemy ograniczyć zużycie plastiku, jednak nie można zaprzeczyć, że przeciwdziałanie psuciu się żywności i wydłużanie okresów przydatności do spożycia wymaga stosowania większej ilości tworzyw sztucznych do produkcji opakowań (dobrym rozwiązaniem jest zwiększenie produkcji biodegradowalnego plastiku). Opakowania papierowe czy szklane nie sprawdzają się przy każdym typie żywności. Jednocześnie w przetwórstwie żywnościowym najwięcej dynamicznych innowacji odnotowuje się w dziedzinie opakowań, zarówno w obszarze poszukiwania nowych materiałów do produkcji opakowań, materiałów biodegradowalnych czy indykatorów świeżości produktów, związków usuwających tlen z opakowań oraz laserowych etykiet produktów ekologicznych (owoce/warzywa). Również w tej dziedzinie testowane są rozwiązania z zakresu nanotechnologii. Upatruje się też szansy w procesach fotokatalizy z udziałem nanocząstek, np. nano TiO_2 (samodezynfekujące się powierzchnie w zakładach produkcyjnych, oczyszczanie wody i ścieków, oczyszczanie przewodów wentylacyjnych).

W celach zrównoważonego rozwoju ONZ (SDGs 2,12, 13; 2015) (Loboguerrero i wsp., 2019) uwzględniono zrównoważony system żywnościowy w UE – Europejski Zielony Ład, w którym, wskazuje się istotność zmian w procesach produkcji oraz ograniczenia ilości odpadów i wzrost wykorzystania biomasy (przekierowanie na gospodarkę cyrkulacyjną). W światowym rolnictwie w łańcuchu żywnościowym traconych jako odpady jest 25% produkowanych kalorii, co odpowiada 6–10% globalnej antropogenicznej emisji GHG, stracie 250 km³ wody i bezproduktywnej uprawie 1,4 mld ha pól. Roczne światowe straty żywności ocenia się na 1,3 mld ton (wartość ta stanowi 1/3 ogółu produkowanej żywności), największe straty dotyczą krajów regionu Afryki Subsaharyjskiej.

Jednym ze sposobów ograniczania strat żywności są krótkie łańcuchy dostaw, produkcja lokalna, czy dostosowanie produkcji do potrzeb rynku. UE chce

bardziej zrównoważonych łańcuchów żywnościowych, a produkcja żywnościowa ma wywierać jak najmniejszy wpływ na środowisko i wpływać na utrzymanie bioróżnorodności. UE chce szczególnie wspierać rolnictwo ekologiczne. UE chce również podjąć walkę z fałszowaniem żywności, które wpływa na spadek zaufania konsumentów. Celem jest również ograniczenie stosowania chemicznych pestycydów, nawozów sztucznych oraz antybiotyków, jak również rozwijanie innowacyjnych technik w obszarze rolnictwa i rybołówstwa chroniących przed szkodnikami i chorobami.

Zmiany klimatu będą miały niekorzystny wpływ na bezpieczeństwo żywności rozumiane jako niezapewnienie dostępu do wystarczającej, bezpiecznej i odżywczej żywności (dostęp fizyczny, społeczny i ekonomiczny; def. FAO 2015) i w konsekwencji występujący problem niedożywienia (ilościowego i jakościowego). Prognozuje się, że do roku 2050 zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego będzie wymagało wzrostu światowej produkcji żywności o 60–70%, ale również przewidywane jest występowanie nowych zagrożeń biologicznych (np. wzrost ilości biotoksyn w żywności pochodzenia morskiego oraz zwiększona przeżywalność drobnoustrojów). Większość patogenów bakteryjnych przenoszonych przez żywność jest mezofilnych, stąd wyższe temperatury przyspieszają ich wzrost, jak również tempo proliferacji patogenów w łańcuchu żywnościowym. Bakterie o dużej tolerancji temperatury i pH (np. *Salmonella* spp.) będą bardziej konkurencyjne w stosunku do innych bakterii. Przykładowo, analizując przypadki salmonelloz u ludzi w Europie wykazano, że ogólna liczba przypadków zachorowań wzrastała o 5–10% na każdy stopień wzrostu tygodniowej temperatury otoczenia. *Salmonella Enteritidis* jest bardziej wrażliwa na wpływ temperatury otoczenia w porównaniu z *S. typhimurium*. Stwierdzono, że zmiana klimatu może mieć wpływ na transfer genów pomiędzy gatunkami bakterii (sprzyjający patogenności oraz antybiotykooporności). Zdecydowanie wysokie temperatury, zmiany zasolenia wody i powodzie mają wpływ na występowanie zatruc na tle *Vibrio* spp. oraz zakażeń norowirusowych. Globalne ocieplenie ma wpływ na cykl rozwojowy i transmisję przenoszonych przez żywność pasożytniczych przywr *Fasciola*, *Clonorchis*, czy *Schistosoma* (Herrera i in., 2016).

Prognozuje się również wzrost ryzyka wykrywania zagrożenia chemicznego w postaci mykotoksyn. Do tej pory klimat Europy nie sprzyjał wzrostowi *Aspergillus* spp., wytwarzających aflatoksynę, raczej dominowały *Fusarium* spp., dlatego głównymi mykotoksynami wykrywanymi w pszenicy, pszenżycie i gryce były deoksynivalenol (DON), zearalenon (ZON) oraz fumonizyny, natomiast w jęczmieniu i owsie toksyny T2 i HT2. W związku ze zmianami klimatu coraz częściej wykrywana jest aflatoksyna B1 (klasyfikowana przez IARC jako karcynogen), szczególnie niebezpieczna, ponieważ jej metabolit AFM1 kumulowany jest w mleku krów skarmianych paszami zanieczyszczonymi grzybami (około 1–2% pobranej AfB1, u krów wysokoprodukcyjnych nawet 6%). AFM1 wiąże się z frakcją kazeinową białek mleka, zatem ryzyko dla konsumentów

ZMIANA KLIMATU

wzrasta w przypadku produktów mleczarskich wysokobiałkowych. Termotolerancyjny *A. falvus* może stać się wkrótce większym zagrożeniem niż *Penicillium versicolor* (OTA). Wzrosty temperatur mogą również zwiększać poziom innych toksycznych substancji w roślinach, jakimi są wtórne metabolity –alkaloidy (Herrera i in., 2016). Najnowsze badania Kolawole i in. (2020) nad wpływem obecności mykotoksyn w paszach dla drobiu przyniosły ciekawe wyniki. W przebadanych 78 próbkach pasz i badacze stwierdzili obecność 24 różnych metabolitów grzybów. Najczęściej wykrywanymi mykotoksynami były DON, ZEN, FB (1,2,3), BEV, APD oraz ENN – występowały niemal we wszystkich przebadanych próbkach (np. FB w 100%, DON w 98%), a 90% próbek było zanieczyszczonych więcej niż 10 mykotoksynami. Ich maksymalne stężenia były niższe (DON 2,62, ZEN 0,24, a FB 3,58 mg/kg) niż limity MRL ustanowione przez prawodawstwo unijne. Po przeanalizowaniu wpływu obecności mykotoksyn w paszach na produktywność brojlerów stwierdzono, że zwiększony poziom mykotoksyn wpływa na zwiększenie FCR (współczynnik konwersji paszy), obniża ilość pobieranej paszy oraz obniża masę ciała. Należy też pamiętać o tym, że mykotoksyny są czynnikami antyżywniowymi, które mogą obniżać u brojlerów wchłanianie wapnia czy fosforu (nawet o 8%).

Innymi zagrożeniami chemicznymi, których transmisja w łańcuchu żywnościowym może wzrastać w związku ze zmianami klimatu, są metabolity leków weterynaryjnych i innych antropogenicznych substancji chemicznych, które będą używane do zwalczania chorób w stadach zwierząt gospodarskich. Prognozuje się również zwiększenie ryzyka występowania nadchloranu w żywności, nie tylko w owocach i warzywach, ale także np. w mleku (nadchloran przenika z atmosfery do gleby i wód gruntowych, w związku z okresowymi intensywnymi opadami deszczu i nasiąkaniem pastwisk, a co za tym idzie zwiększeniem pobierania nadchloranu przez krowy). W odpowiedzi na to ryzyko i zagrożenie zdrowia publicznego KE po opinii naukowej panelu „CONTAM” EFSA zmieniła rozporządzenie dotyczące najwyższych dopuszczalnych poziomów nadchloranu w niektórych środkach spożywczych (Rozporządzenie UE 2020/685 obowiązujące od 1 lipca 2020).

Częstsze i bardziej intensywne deszcze mogą prowadzić także do zwiększonej kumulacji metali ciężkich w paszach i na użytkach zielonych – po raz kolejny w ocenie ryzyka bierze się pod uwagę wypasanie krów i zwiększoną bioakumulację metali ciężkich w mleku jako czynnik zagrożenia bezpieczeństwa konsumenta. Również organizmy wodne odczują wpływ ocieplenia klimatu i zwiększonej bioakumulacji metali ciężkich. Podwyższona temperatura ułatwia metylację rtęci. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem temperatury wody o 1°C akumulacja metylortęci przez ryby i ssaki wzrasta o 3–5%. Podobnie bioakumulacja kadmu i ołowiu w omułku jadalnym (*Mytilus edulis*) wzrasta wraz ze wzrostem temperatury (Herrera i wsp., 2016).

Niezbędne jest zwiększenie ilości badań naukowych dotyczących identyfikacji nowych zagrożeń i ich wpływu na bezpieczeństwo konsumentów,

modelowanie ocen ryzyka oraz pełna identyfikowalność surowców w łańcuchu żywnościowym (traceability) i efektywne systemy monitorujące. Bezpieczeństwo żywności jest jednym z głównych celów WPR. W 2018 roku EFSA uruchomiła projekt „Zmiany klimatu jako czynnik zwiększający ryzyko bezpieczeństwa żywności i pasz oraz zdrowia roślin, zwierząt i jakości odżywczej” (CLEFSA), który ma na celu opracowanie metod i narzędzi do identyfikacji i definiowania nowych/powracających zagrożeń związanych ze zmianami klimatycznymi. W raporcie z 2020 (CLEFSA 2020) roku przedstawiono wyniki analiz ponad 100 pojawiających się problemów z bezpieczeństwem żywności i pasz, zagrożeń dla zdrowia roślin i zwierząt oraz czynników wpływających na jakość odżywcza.

9. Upodobania konsumenckie kluczem do zmian adaptacyjnych

W aspekcie dostosowywania produkcji do zmian klimatu nie należy zapominać o końcowym ogniwie łańcucha żywnościowego, czyli konsumencie. Decyzje konsumenckie mają ogromny wpływ na rynek i kierunki produkcji. Ewentualne zmiany w diecie przy wahaniach w spożyciu mięsa, mleka i produktów jajecznych mogą znacznie zmniejszyć emisje z produkcji rolnej (Poux i Aubert, 2018; Willett i in., 2019). W strategii długoterminowej redukcji emisji gazów cieplarnianych w UE przeanalizowano pięć przyszłych scenariuszy żywieniowych, w których zróżnicowano spożycie mięsa, mleka i produktów jajecznych (poziom wyjściowy oparto na perspektywach rolnych UE) i zaleceniach FAO (FAO 2018a) (strategia Farm to Fork – od pola do stołu). Scenariusze obejmują również ograniczenie marnotrawstwa żywności we wszystkich państwach członkowskich UE, co jest zgodne z jednym z Celów Zrównoważonego Rozwoju (ONZ, 2015), w którym ustalono, że do 2030 r. poziom odpadów żywnościowych na jednego mieszkańca spadnie o połowę. Wyniki analiz pokazują, że potencjalne zmiany wzorców konsumpcyjnych mogą znacznie zmniejszyć emisję GHG z produkcji rolnej. Efekt przewidywany na 2050 r. waha się od 34 Mt CO₂ eq. przy diecie o najwyższej liczbie kcal/mieszkańca/dzień do 110 Mt CO₂ eq. przy diecie o najniższej uwzględnianej liczbie kcal/mieszkańca/dzień. Dzięki temu możliwe byłoby obniżenie emisji GHG od 8–25% w porównaniu z emisją z roku 2015.

Niezbędna jest szeroka edukacja konsumentów, gdyż wiele osób nie wiąże bezpośrednio swoich decyzji z wpływem na środowisko, a we współczesnych mediach za wzór dbającego o środowisko konsumenta przedstawia się zwykle „wegetarianina na rowerze”. Jest to przesadne i szkodliwe uproszczenie, mogące wzbudzić wśród części społeczeństwa niechęć do idei, a ochrona środowiska jest zjawiskiem bardzo złożonym i obejmującym wszystkie aktywności prywatne i zawodowe każdego człowieka. Nie dla wszystkich konsumentów wybór jedzenia mięsa jest kwestią etyczną czy ideologiczną (wegetarianie często postrzegani są jako radykalni moralisci). Pojawiły się nowe trendy konsumpcyjne, jak „flexitarianizm” – jedzenie mięsa tylko na specjalne okazje oraz tzw.

ZMIANA KLIMATU

„conscientious omnivorism” – spożywanie mięsa od zwierząt utrzymywanych w dobrostanie. Warto podkreślać, że ograniczenie spożycia mięsa wspomiane już powyżej pozwoliłoby zmniejszyć obciążenie środowiskowe. W polskich realiach jedzenie mięsa jest wyobrażeniem dobrobytu, zatem wiele osób nie chce zrezygnować z przyzwyczajzeń (zresztą identyczny trend obserwuje się we wszystkich krajach bogacących się, z Chinami na czele). Wymogiem ze strony konsumentów stała się produkcja żywności wygodnej oraz funkcjonalnej (wiąże się to z rosnącym tempem życia, zwłaszcza wśród mileniów), jednak nadal obserwuje się fobie żywnościowe, związane z nowymi surowcami, tzw. nową żywnością (novel food), czy nowymi technologiami – co również może wpływać na spowalnianie procesów adaptacyjnych gospodarki żywnościowej. Dobrym przykładem fobii konsumenckich (podsycanych agresywnymi kampaniami) jest kwestia podejścia do żywności GMO – jest to ważny temat przy dyskusji o metodzie CRISPR/Cas w modyfikacji DNA roślin.

Tym, co zdecydowanie warto promować w odniesieniu do konsumenta, jako składowej łańcucha żywnościowego i jego roli we wpływie na środowisko, jest ograniczenie marnowania żywności – obliczono, że wyrzucanie żywności ma znaczący wpływ na globalną emisję GHG, dając 3,49 mld ton CO₂ eq. Według definicji FAO (FAO 2019) straty żywności występują głównie w początkowych etapach łańcucha żywnościowego (zmniejszenie masy jadalnej żywności), natomiast w końcowych ogniwach (dystrybucja, konsument) przeważa marnotrawstwo jedzenia. Marnowanie jedzenia w Europie rokrocznie rośnie, na rok bieżący w UE przewidywany jest 40% wzrost tonażu marnowanej żywności (ponad 120 mln ton). W Polsce rocznie 9 mln ton żywności się marnuje, co daje w przeliczeniu na jednego mieszkańca ok. 235 kg zmarnowanej żywności (7. miejsce w Europie). Jak wynika z badań, gospodarstwa domowe są odpowiedzialne za ok. 40% generowanego marnotrawstwa. Wśród przyczyn marnotrawstwa wymienia się nieracjonalne zakupy i łatwy dostęp do produktów (tzw. nadkonsumpcja żywności w krajach rozwiniętych, ang. „overnutrition”, co wpływa na problem nadwagi i otyłości), złe przechowywanie żywności oraz nieracjonalne przygotowywanie posiłków, jak również wyrzucanie żywności z bliską przekroczenia data przydatności do spożycia. Rozwiązaniem tego ostatniego problemu wg UE może być podwójne oznakowywanie produktów żywnościowych: data minimalnej trwałości oraz termin przydatności do spożycia (Marszałek, 2018).

Przy braku działań ograniczających marnotrawstwo problem będzie się pogłębiał. Wpływa on zarówno na kwestie ekonomiczne (ceny żywności, podaż surowców), konieczność zagospodarowania odpadów organicznych i nieorganicznych. Zapomina się również, że wraz z masą zmarnowanej żywności powinniśmy uwzględnić straty ilości wody, która została zużyta do jej produkcji (średnio straty na światowym poziomie to 250 km³ wody rocznie) oraz nadmierne zużycie zasobów naturalnych. Międzynarodowe organizacje FAO oraz WHO propagują zrównoważoną konsumpcję, której jedną z form są zrównoważone diety o mniejszym

wpływie na środowisko. Godne uwagi są także inicjatywy państw członkowskich UE i partnerstw publiczno-prywatnych, mających na celu redystrybucję żywności (Unijna Platforma dot. Strat i marnotrawstwa Żywności, w Polsce Federacja Polskich Banków Żywności). UE w Rezolucji PE z 2012 roku (EP 2012) deklarowała ograniczenie o 50% strat i marnotrawstwa żywności do 2025 roku.

10. Na zakończenie konkluzje społeczno-ekonomiczne

W 2018 r. KE przyjęła długoterminową wizję strategiczną nowoczesnej, konkurencyjnej, dobrze prosperującej i neutralnej dla klimatu gospodarki do 2050 r. (KE strategia długoterminowa 2018). Strategia przedstawia wizję zrównoważonej gospodarki niskoemisyjnej, która chroni środowisko. Mięso i produkty mleczne zostały uznane za produkty o największym śladzie węglowym. Co jest istotne, podniesiony został temat zachowania konsumentów – jako ważny element wpływu rolnictwa na środowisko. Zatem konieczne jest uwzględnienie potrzeby wzrostu świadomości konsumentów i zmiana wzorców konsumpcji. Jednocześnie nie można zapominać o społeczno-ekonomicznym aspekcie zmian. Istotne ograniczenie produkcji zwierzęcej dla ratowania klimatu jest zasadne, ale wiązałoby się z oczywistą koniecznością przemodelowania gospodarki i ograniczenia eksportu. Nie można zatem wykluczyć konsekwencji w postaci wybuchu napięć społecznych i problemów ekonomicznych praktycznie na obszarze całego kraju. Na wsi mieszka 40% Polaków, chociaż z pracy na gospodarstwie rolnym utrzymuje się około 13–14% ludności. Zmiany w świadomości tej części społeczeństwa zachodzą stosunkowo powoli. Z drugiej strony, Polska ma trzecią pod względem wielkości powierzchnię upraw rolnych w UE, ale około połowa użytków nie jest intensywnie uprawiana lub jest wręcz odłogowana.

Bibliografia

- Almond, P.K., Bilkei, G. (2005). Seasonal infertility in large pig production units in an Eastern-European climate. *Australian Veterinary Journal* 83(6), 344–346.
- Alves, M.B., Fonseca, B.B., Melo, R.T., Mendonça, E.P., Nalevaiko, P.C., Girão, L.C., Monteiro, G.P., Silva, P.L., Rossi, D.A. (2017). Feed can be a source of *Campylobacter jejuni* infection in broilers. *British Poultry Science* 58(1), 46–49.
- Battilani, P., Toscano, P., Van der Fels-Klerx, H. *et al.* (2016). Aflatoxin B₁ contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports* 6, 24328. <https://doi.org/10.1038/srep24328>
- Boxall, A. B. A. (2004). The environmental side effects of medication. *EMBO Reports* 5(12), s. 1110–1116. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400307>
- Boxall, A.B.A., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P.D., Haygarth, P. M., Hutchinson, T., Kovats, R.S., Leonardi, G., Levy, L.S., Nichols, G., Parsons, S. A., Potts, L., Stone, D., Topp, E., Turley, D.B., Walsh, K., Wellington, E.M.H.,

ZMIANA KLIMATU

- Williams, R.J. (2009). Impacts of Climate Change on Indirect Human Exposure to Pathogens and Chemicals from Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 117(4).
- Caffarra, A., Rinaldi, M., Eccel, E., Rossi, V., Pertot, I. (2012). Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 148, s. 89101 DOI: 10.1016/j.agee.2011.11.017.
- Campos, P.H.R.F., Le Floch, N., Noblet, J., Renaudeau, D. (2017). Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(6), s. 537–544. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000600009>.
- Ciscar, J. C., Ruiz, D.I., Ramirez, A.S. et al. (2018). *Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project*, JRC Science for Policy Report, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <http://doi.org/10.2760/93257>
- Collin, A., Van Milgen, J., Dubois, S., Noblet, J. (2001). Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. *British Journal of Nutrition*, 86(1), s. 63–70. doi:10.1079/BJN2001356
- Conant, R.T., Cerri, C.E.P., Osborne, B.B., Paustian, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications* 27(2), s. 662–668. <https://doi.org/10.1001/eap.1473>
- Cooper, K.M., McMahon, C., Fairweather, I., Elliott, C.T. (2015). Potential impacts of climate change on veterinary medicinal residues in livestock produce: An island of Ireland perspective. *Trends in Food Science & Technology* 44(1), s. 21–35.
- De Haas, Y., Davis, S., Resinger, A., Richards, M.B., Diffort, G., Lassen, J. (2016). *Practice brief: Climatesmart agriculture*. Animal breeding. https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2018/02/CSA-Practice-Brief_Animal-Breeding-Sept-2016.pdf
- Heeb, L., Jenner, E., Cook, M.J.W. (2019). Climate smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science* 92, s. 951–969. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
- Herrera, M., Anandon, R., Iqbal, S.Z., Baily, J.D., Arino, A. (2016). Book “Food safety – basic concepts, recent issues and future challenge. Chapter: Climate change and food safety. Springer s. 149–160. DOI: 10.1007/978-3-319-39253-0_8
- Huyghe, C., De Vhlieger, A., van Gils, B., Peeters, A., coord. (2014) *Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies*, Editions Quae. ISBN : 978-2-7592-2157-8
- Jarosz, Z., Faber, A., Syp, A. (2013). Ocena zmian wielkości emisji gazów cieplarnianych po zmianie profilu gospodarstwa z konwencjonalnego na ekologiczny. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie* 13(4), s. 43–53.
- Jaworski, T., Hilszczański, J. (2013). Wpływ zmian temperatury i wilgotności na cykle rozwojowe i znaczenie owadów w ekosystemach leśnych w związku z prawdopodobnymi zmianami klimatycznymi. *Leśne Prace Badawcze* 74(4), s. 345–355.
- Kolawole, O., Graham, A. Donaldson, C., Owens, B., Abia, W.A., Meneely, J., Alcorn, M. J., Connolly, L., Elliot, C.T. (2020). Low Doses of Mycotoxin Mixtures below EU Regulatory Limits Can Negatively Affect the Performance of Broiler Chickens: A Longitudinal Study. *Toxins* 12(7), 433; <https://doi.org/10.3390/toxins12070433>

- Kovats, R.S., Valentini, R., Bouwer, L.M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M. and Soussana, J.-F. (2014). Europe in: Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, s. 1267–1326.
- Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers* 9(1), s. 26–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>
- Lehmann, P., Ammunét, T., Barton, M., Battisti, A., Eigenbrode, S.D., Jepsen, J.U., Kalinkat, G., Neuvonen, S., Niemelä, P., Terblanche, J.S., Økland, B., Björkman, C. (2020). Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment* 18(3).
- Loboguerrero, A.M., Campbell, B.M., Cooper, P.J.M., Hansen, J.W., Rosenstock, T., Wollenberg, E. (2019). Food and earth systems: priorities for climate change adaptation and mitigation for agriculture and food systems. *Sustainability* 11, 1372. doi:10.3390/su11051372
- Lubroth, J. Climate change and animal health. In: Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector. Eds. A. Meybeck, J. Lankoski, S. Redfern, N. Azzu, V. Gitz. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23–24 April 2012, Rome, 2012, s. 63–70.
- Luck, J., Spackman, M., Freeman, A., Trębicki, P., Griffiths, W., Finley, K., Chakraborty, S. (2011). Climate change and diseases of food crops: Diseases of food crops. *Plant Pathology* 60 (1), s. 113–121. DOI: 10.1111/j.13653059.2010.02414.x
- Marszałek, A. (2018). Czy możliwe jest przewycięzenie problemu marnotrawstwa żywności? Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy 54, s. 474–485. DOI: 10.15584/nsawg.2018.2.35
- Mayorga, E.J., Renaudeau, D., Ramirez, B.C., Ross, J.W., Baumgard, L.H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers* 9 (1), s. 54–61.
- Noordhuizen, J., Bonnefoy, J.M. (2015). Heat Stress in Dairy Cattle: Major Effects and Practical Management Measures for Prevention and Control. *SOJ Veterinary Sciences* 1(1), s. 1–7. DOI: <http://dx.doi.org/10.15226/2381-2907/1/1/00103>
- Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvag, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, B., Kozyra, J., Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34(2), s. 96–112. DOI: 10.1016/j.eja.2010.11.003
- Opaliński, K. W., Dmowska, Makulec, E. G., Mierzejewska, E., Petrov P., Pierzynowski, S. G., Wojewoda D. (1998). The reverse of the medal: feed additives in the environment. *Journal of Animal and Feed Sciences* 7(Suppl. 1), 35–43.
- Oyhantçabal, W., Vitale, E., Lagarmilla, P. (2010). Climate change and links to animal diseases and animal production. Conference OIE, s. 179–186.
- Podkówka, Z., Podkówka, W. (2011). Emisja gazów cieplarnianych przez krowy. *Przegląd Hodowlany* 3, s. 1–4.
- Polsky, L., von Keyserlingk, M.A.G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* 100(11), s. 8645–8657.
- Poux, X. and Aubert, P.-M., (2018). *An agroecological Europe in 2050: Multifunctional agriculture for healthy eating*, Institut du développement durable et des relations internationales, Paris. <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications>

ZMIANA KLIMATU

- Rauw, W.M., de Mercado de la Peña, E., Gomez-Raya, L. et al. (2020). Impact of environmental temperature on production traits in pigs. *Scientific Reports* 10, 2106. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58981-w>
- Redshaw, C.H., Stahl-Timmins, W.M., Fleming, L.E., Davidson, I., Depledge, M.H. (2013). Potential Changes in Disease Patterns and Pharmaceutical Use in Response to Climate Change. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 16(5), s. 285–320, DOI: 10.1080/10937404.2013.802265.
- Roos, J. Hopkins, R., Kvarnheden, A. Dixelius, C. (2011) The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *European Journal of Plant Pathology* 129 (1), s. 9–19. DOI: 10.1007/s10658010-9692-z.
- Short, E. E., Caminade, C., Thomas, B. N. (2017). Climate Change Contribution to the Emergence or Re-Emergence of Parasitic Diseases. *Infectious Diseases: Research and Treatment*. <https://doi.org/10.1177/1178633617732296>
- Svobodová, E., Trnka, M., Dubrovsky, M., Semeradova, D., Eitzinger, J., Stepanek, P., Zalud, Z. (2014). Determination of areas with the most significant shift in persistence of pests in Europe under climate change: Determination of areas with the most significant shift. *Pest Management Science* 70(5), s. 708–715. DOI: 10.1002/ps.3622
- Tanasijevic, L., Todorovic, M., Pereira, L.S., Pizzigali, C., Lionello, P. (2014). Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agriculture Water Management* 144, s. 54–68.
- West, J.W. (2003). Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 86(6), s. 2131–2144.
- Willett, W., Rockstrom, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermuelen, S., Garnett, T., Fan, S. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* 393(10170), s. 447–492. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4

Spis przywoływanych dokumentów

- Climate Smarte Agriculture FAO strategia; <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/en/>
- Dokument KE (2018) Długoterminowa strategia do roku 2050. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_pl
- Europejski Zielony Ład https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl
- Federacja Polskich Banków Żywności <https://bankizywnosci.pl>
- <http://www.fao.org/3/a-i3325e.pdf>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2031&from=EN>
- <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b2a48b16-fe76-11e2-a352-01aa75ed71a1/language-en>
- <https://www.gov.pl/web/premier/zalozenia-programowania-rozwoju-obszarow-wiejskich-ze-srodkow-europejskich-na-lata-2021-2027>
- Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/-program-rozwoju-obszarow-wiejskich-2014-2020-prow-2014-2020>
- Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2021–2027

- Raport CLEFSA (2020). Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality. EFSA supporting publication 2020:EN-1881. DOI: 10.2903/sp.efsa.2020.EN-1881
- Raport EEA European Environmental Agency 04/2019 (2019). Climate change adaptation in the agricultural sector in Europe. ISSN 1977-8449. doi:10.2800/537176
- Raport FAO (2015) The state of food insecurity in the world. <http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>
- Raport FAO (2018a) *The future alternative pathways to 2050 of food and agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf>
- Raport FAO 2019. The state of food and agriculture. Moving forward on food loss and waste reduction. <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>
- Raport IPCC (2018) *Global warming of 1.5°C*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland; <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Raport IPCC (2019) *Climate Change and Land. Summary for Policy Makers*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland; <https://www.ipcc.ch/srcccl-report-download-page/>
- Raport ONZ (2015) Cele zrównoważonego rozwoju <https://ungc.org.pl/sdg/sustainable-developoment-goals/>; <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- Raport PKO (2018) Branża nabiałowa. Wzrost znaczenia polskich producentów na świecie. https://wspieramyeksport.pl/api/public/files/1160/PKO_BRANZA_NABIAL_FINAL_ver_low_mem.pdf
- Raport PMR Rynek żywności bio i kosmetyków naturalnych w Polsce 2019. Analiza rynku i prognozy rozwoju na lata 2019-2024. <https://mypmr.pro/products/rynek-zywnosci-bio-i-kosmetykow-naturalnych-w-polsce-2019>
- Rezolucja PE (2012). European Parliament resolution of 19 January 2012 on how to avoid food wastage: strategies for a more efficient food chain in the EU (2011/2175(INI))
- Rozporządzenie UE 2016/2031 w sprawie środków ochronnych przeciwko agrofagom roślin.
- Rozporządzenie UE 2020/685 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów nadchloranu w niektórych środkach spożywczych <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/685/oj>
- Unijna Platforma dot. Strat i marnotrawstwa Żywności (EU Platform on Food Losses and Food Waste, FLW) https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/eu-platform_en