

JAN PAWLAK

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
— Warszawa

GOSPODARKA ENERGETYCZNA W PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ

Wstęp

Gospodarkę energetyczną w produkcji zwierzęcej trzeba traktować kompleksowo. Produkcja zwierzęca jest ściśle powiązana z całością produkcji rolniczej, ta zaś z kolei — z gospodarką narodową. Może się zdarzyć, że rozwiązanie optymalne w skali jednego zabiegu czy działu produkcji rolniczej jest niekorzystne z punktu widzenia całego gospodarstwa. Podejmując działania zmierzające do racjonalizacji gospodarki energetycznej w produkcji zwierzęcej musimy o tym pamiętać.

Produkcja zwierzęca ma kilka cech szczególnych, odróżniających ją od produkcji roślinnej. Odbywa się ona w budynkach inwentarskich, w środowisku ukształtowanym przez człowieka. Konsekwencją tego jest m. in. stacjonarny charakter większości zabiegów produkcyjnych, możliwość szerokiego stosowania energii elektrycznej, a także znaczenie prawidłowej regulacji mikroklimatu. W produkcji zwierzęcej nie ma możliwości bezpośredniego wykorzystywania energii słonecznej w procesie fotosyntezy. Zwierzęta przetwarzają energię skumulowaną w paszach. Wynika stąd niższa efektywność skumulowanych nakładów energetycznych w porównaniu z produkcją roślinną. Cechą charakterystyczną produkcji zwierzęcej jest jej duża wrażliwość na zakłócenia w dostawie energii.

Szczególnie wrażliwe na przerwy w zasilaniu energetycznym są wyłęgarnie (dopuszczalna przerwa nie może przekraczać 30—40 min.), systemy ogrzewania kurcząt, systemy wentylacji mechanicznej pomieszczeń, linie technologiczne zadawania pasz, dojarnie itp. [3].

Wrażliwość produkcji zwierzęcej na niezawodność i jakość zasilania energią elektryczną wzrasta w miarę postępu w zakresie elektronizacji i automatyzacji. Wprowadzanie systemów automatycznego sterowania działaniem urządzeń do regulacji mikroklimatu w budynkach inwentarskich z udziałem mikrokomputerów stwarza dodatkowe wymagania nie tylko odnośnie eliminacji przerw w dopływie, lecz także pod względem dotrzymania wymaganych parametrów prądu. Wystąpienie udarów na-

pięciowych powodować może uszkodzenia komputerów i innych skomplikowanych urządzeń elektrycznych [16].

Produkcję zwierzęcą cechują duże sezonowe i dobowe wahania zapotrzebowania na energię elektryczną, co powinno być uwzględniane przy projektowaniu urządzeń do mechanizacji zabiegów technologicznych i regulacji mikroklimatu.

Rola mikroklimatu w budynkach dla zwierząt

Stworzenie odpowiedniego mikroklimatu w budynkach inwentarskich jest jednym z podstawowych warunków uzyskania wysokiej produktywności zwierząt gospodarskich. Największe problemy z zapewnieniem poprawnych warunków środowiskowych występują przy odchowie trzody chlewnej i drobiu [14].

Badania amerykańskie wykazały, że obniżenie w ciągu nocy temperatury powietrza w pomieszczeniach dla warchlaków o $5,9^{\circ}\text{C}$ w stosunku do temperatury zalecanej w USA, powoduje zmniejszenie nakładów energii o 41 MJ na 1 zwierzę, czyli o 15,8% w stosunku do próby kontrolnej (zwierzęta utrzymywane przy zalecanej temperaturze powietrza), nie pociągając za sobą zmiany produktywności. Zaleca się jednak, aby obniżanie temperatury powietrza w nocy rozpoczynać mniej więcej w tydzień po odsadzeniu [22].

W budynkach dla kur niosek temperatura powietrza powinna mieścić się w przedziale od 7°C do 21°C . Utrzymanie w okresie letnim temperatury w kurniku poniżej górnej granicy krytycznej wymaga intensywnej wentylacji, co wiąże się z dość dużymi nakładami energii elektrycznej. Utrzymanie kur w pomieszczeniach o wyższej temperaturze powietrza (do 30°C) wiąże się, w cieplej porze roku, z niższymi nakładami energii elektrycznej na wentylację budynków, powodując jednocześnie zmniejszenie wymiarów jaj. Zmniejszenie intensywności wentylacji stwarza też ryzyko wystąpienia nadmiernego stężenia szkodliwych gazów w pomieszczeniach [10].

Szacuje się, że około 10% ogólnych strat energii cieplnej w chlewniach powstaje na skutek stykania się zwierząt z podłogą [26]. Pokrycie podłogi betonowej warstwą ściółki powoduje, że zwierzęta odczuwają temperaturę o 4°C wyższą od wskazywanej przez termometr. Natomiast zwierzęta przebywające w pomieszczeniach z podłogą szczelinową odczuwają temperaturę o około $5,5^{\circ}\text{C}$ niższą, zaś z podłogą betonową pełną — bez ściółki — o około 8°C niższą od wskazywanej na termometrze. W Niemczech, zwraca się obecnie uwagę na celowość powrotu do stosowania ściółki w budynkach dla trzody chlewnej [8].

Wadami bezściółkowego systemu utrzymania zwierząt są: duże koszty i zawodność urządzeń do usuwania odchodów, gorsze wyniki produkcyjne i wyższa energochłonność produkcji. Chów w budynkach ściółkowych wiąże się z większą pracochłonnością. Jednostkowe nakłady robocizny w przeliczeniu na 1 maciorę i rok są w chlewniach ze ściółką o 10—15 rbh wyższe, niż w chlewniach bezściółkowych. Jednakże w warunkach istnienia bezrobocia czynnik pracochłonności przestaje mieć decydujące znaczenie. Ważniejsze są natomiast korzyści w postaci wzrostu produktywności (w budynkach ze ściółką liczba odchowanych prosiąt od 1 maciory jest średnio o 4 sztuki wyższa, niż w chlewniach bezściółkowych) oraz zmniejszenia kosztów zużywanej energii o 100 marek zachodnioniemieckich na 1 maciorę rocznie. Ponadto system ściółkowy wiąże się ze stosowaniem prostszych i tańszych urządzeń do usuwania odchodów. Wyposażenie chlewni ściółkowej kosztuje czterokrotnie taniej w porównaniu z wyposażeniem chlewni bezściółkowej. Dlatego wszędzie tam, gdzie istnieją ku temu warunki, należy zalecać chów ściółkowy [8].

Temperatura powietrza jest bardzo ważnym ale nie jedynym czynnikiem mikroklimatycznym, wpływającym na zdrowie i produktywność zwierząt. Na warunki środowiskowe w budynkach inwentarskich wpływają też zanieczyszczenie powietrza mikroorganizmami i gazami szkodliwymi, ruch powietrza, jego wilgotność względna oraz temperatura zewnętrznych ścian budynków.

Warunki środowiskowe są ściśle powiązane z bilansem energetycznym w budynku inwentarskim. W bilansie tym uczestniczą różne czynniki. Należą do nich: ciepło wydzielane przez zwierzęta, a zużywane do ogrzewania doprowadzanego przez układ wentylacji świeżego powietrza atmosferycznego, straty ciepła przez przegrody zewnętrzne, ciepło zużywane na odparowanie wilgoci z mokrych powierzchni, wreszcie uzupełniająca energia cieplna, pochodząca z urządzeń grzewczych [11]. Zwierzęta wydzielają ciepło w postaci jawnej i utajonej.

Ciepło jawne podczas chłodnej pory roku spełnia pożyteczną rolę, przyczyniając się m. in. do wzrostu temperatury powietrza w budynku, obniżenia wilgotności względnej itp. Ciepło utajone w parze wodnej wydzielanej przez zwierzęta musi być z budynku usuwane, co wiąże się z nakładami energii na wentylację.

Z wentylacją wiążą się też największe straty energii cieplnej w budynkach inwentarskich. Stanowią one 70% ogółu strat ciepła w tych budynkach. Udział elementów konstrukcji budynków w tej strukturze jest znacznie mniejszy i stanowi łącznie 30%. Z tego 15% przypada na straty energii cieplnej przez ściany oraz 15% przez podłogę i strop [19].

Konieczność utrzymania zanieczyszczeń i wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach inwentarskich na dopuszczalnym poziomie

a jednocześnie zapobieżenia nadmiernym stratom energii cieplnej wymaga opracowania doskonalszych metod sterowania działaniem układów wentylacyjnych. Dotyczy to zwłaszcza kontroli minimalnej wymiany powietrza przy usuwaniu nadmiaru ciepła wyczuwalnego, kiedy parametrem kontrolnym staje się temperatura powietrza. Minimalna wymiana powietrza, niezależna od temperatury powietrza atmosferycznego na zewnątrz budynku, musi zapewnić utrzymanie koncentracji zanieczyszczeń powietrza (amoniak, siarkowodór, metan, dwutlenek węgla, cząsteczki pyłu, mikroorganizmy) na dopuszczalnym dla zwierząt poziomie [6].

Najczęściej stosowanym kryterium przy projektowaniu minimalnej wymiany powietrza w budynkach inwentarskich jest poziom wilgotności względnej powietrza. Zwraca się jednakże uwagę na możliwość zmiany tego kryterium. Zgłaszane są m.in. propozycje określania minimalnej wymiany powietrza:

- w proporcji do masy metabolicznej zwierząt,
- w proporcji do liczby zwierząt w budynku,
- na podstawie dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń związanych z technologią chowu zwierząt [14]

Niektórzy autorzy sugerują, że podstawą do określania minimalnej wymiany powietrza może być stężenie dwutlenku węgla, średnie w ciągu dnia. Pomiary stężenia CO₂ w sposób ciągły są kosztowne, a określenie średnich dobowych stężeń w różnych porach dnia, jest utrudnione. Średnia dobową produkcją CO₂ jest uzależniona od spożycia pasz przez zwierzęta. Dlatego minimalną wymianę powietrza można określić na podstawie spożycia pasz [6].

Biorąc to pod uwagę Feddes i De Shazer opracowali model określania relacji pomiędzy minimalną wymianą powietrza a spożyciem pasz dla różnych gatunków i grup użytkowych zwierząt. Model uwzględnia relacje pomiędzy: ilością pobranej paszy a produkcją ciepła, produkcją dwutlenku węgla a produkcją ciepła, produkcją CO₂ a spożyciem pasz oraz wymianą powietrza a spożyciem pasz. Wymiana powietrza w zależności od spożycia pasz przez krowy dojne, warchlaki, maciory z prosiętami, brojlery i kury nioski, wynosi odpowiednio: 135, 110, 163, 144 i 111 dm³ na 1 kg paszy. Powyższa intensywność wentylacji gwarantuje utrzymanie stężenia CO₂ na poziomie do 3 promili [6].

W USA opracowano też bardziej złożone modele odwzorowujące reakcje zwierząt na modyfikacje mikroklimatu.

Model BEEFEM (Beef energy exchange finite element model) służy do szacowania temperatury ciała, strat ciepła i spożycia pasz przez bydło w zmiennych warunkach mikroklimatycznych. Model odwzorowuje dwuwymiarowo proces przenikania ciepła. Uwzględnia on budowę zwierzęcia, poszczególne jego tkanki. Umożliwia symulację wymiany ciepła poprzez

przewodnictwo, konwekcję, wypromieniowanie i chłodzenie wskutek parowania, a także produkcję ciepła przez zwierzę w wyniku przemiany materii oraz dreszczy i oddychania [23].

Weryfikacja omawianego modelu wykazała, że odwzorowuje on dobrze tendencje ogólne. Zaobserwowane różnice pomiędzy danymi z eksperymentu z wynikami badań symulacyjnych dotyczą wielkości i fazy reakcji. Jedną z przyczyn występowania tych różnic może być nieuwzględnienie w modelu matematycznym ogrzewania (lub chłodzenia) w wyniku wymiany ciepła pomiędzy organizmem zwierzęcia a zjadanymi paszami i wypijaną wodą. Model ma też tendencję do niwelacji (wygładzania) krótkorwałych przebiegów nieustalonych procesów [24].

Minimalizację nakładów energii przy spełnieniu wymagań odnośnie temperatury i wilgotności względnej powietrza można osiągnąć pod warunkiem zapewnienia płynnej regulacji ilości dostarczanej energii cieplnej oraz krotności wymian powietrza w pomieszczeniu, w zależności od temperatury powietrza atmosferycznego i wieku zwierząt.

Badania przeprowadzone w ZSRR wykazały znaczny nadmiar mocy grzejników stosowanych w systemach grzewczo-wentylacyjnych, prowadzący do nadmiernego zużycia energii [13].

Regulację mikroklimatu w budynkach inwentarskich ułatwia, a jednocześnie w istotny sposób doskonalą, zastosowanie mikroprocesorów i mikrokomputerów. Urządzenia te umożliwiają automatyczne sterowanie pracą urządzeń grzewczych i wentylacyjnych, przy uwzględnieniu wielu czynników mających wpływ na warunki środowiskowe w pomieszczeniach dla zwierząt oraz zachodzących pomiędzy tymi czynnikami współzależności. Automatyczne sterowanie zapewnia też znaczne oszczędności energii. Przeprowadzone w Kanadzie badania porównawcze dwóch systemów regulacji temperatury w identycznych pomieszczeniach dla warchlaków wykazały, że zastosowanie systemu mikrokomputerowego spowodowało w okresie niespełna trzech miesięcy zmniejszenie zużycia energii elektrycznej o 3000 kWh, czyli o 18,18 kWh na zwierzę, w porównaniu z tradycyjnym systemem sterowania, polegającym na czasowym włączaniu i wyłączaniu urządzenia grzewczego [16].

Wybrane kierunki racjonalizacji gospodarki energetycznej w produkcji zwierzęcej

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię w produkcji zwierzęcej można osiągnąć m. in. przez:

- odzyskiwanie ciepła ze zużytego powietrza usuwanego z budynków,
- prawidłową izolację cieplną budynków inwentarskich,

- wybór energooszczędnych metod produkcji i zadawania pasz, usuwania odchodów i wykonywania innych zabiegów produkcyjnych,
- poprawę organizacji pracy.

Znaczne ilości energii cieplnej można odzyskać dzięki zastosowaniu wymienników ciepła w systemach wentylacyjnych budynków inwentarskich. Znanych jest wiele rodzajów wymienników ciepła, różniących się między sobą zasadą działania, stopniem skomplikowania, sprawnością energetyczną i przydatnością w różnych warunkach użytkowania. Do najprostszych należą rozwiązania polegające na wykorzystaniu przegrody pomiędzy kanałami umieszczonymi w ścianach zewnętrznych budynków jako płaszczyzny wymiany ciepła pomiędzy powietrzem usuwanym z budynku a doprowadzanym chłodnym powietrzem atmosferycznym [5].

Wymienniki ciepła stosowane w systemach wentylacyjnych budynków inwentarskich można podzielić na dwa typy:

- rekuperacyjne wymienniki ciepła, płytowe bądź rurowe,
- regeneracyjne wymienniki ciepła (breeder type).

Rekuperacyjne wymienniki ciepła są wykonywane ze szkła, nierdzewnej stali, aluminium lub z tworzyw sztucznych. Wymiana ciepła przebiega w nich w sposób bezpośredni. Energia cieplna jest przekazywana z ciepłego powietrza usuwanego z budynku do świeżego powietrza atmosferycznego wprowadzanego do wnętrza. Najczęściej spotykanymi urządzeniami tego typu są krzyżowe wymienniki ciepła (o przepływie poprzecznym czynnika opływającego rurki). Przeciwprądowe wymienniki ciepła cechują się wyższą sprawnością, lecz są rzadziej stosowane z powodu trudności technicznych [19].

Wymienniki ciepła typu regeneracyjnego dzielą się na dwie grupy:

- wymienniki ciepła z płynem roboczym (working fluid exchangers),
- wymienniki ciepła masy stałej (solid mass exchangers) [19].

Przy wyborze wymiennika ciepła bierze się pod uwagę warunki, w jakich ma on funkcjonować. Im chłodniejszy jest klimat, tym wyższa musi być sprawność wymiennika ciepła. I tak na przykład w rejonie Minneapolis, gdzie roczne nakłady energii na ogrzewanie chlewni o poziomie izolacji cieplnej ścian $2,53 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ i sufitu $3,82 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ wynosiły 80,2 GJ, zapewnienie 9-procentowego udziału ciepła odzyskiwanego z powietrza wentylacyjnego w tych nakładach wymaga zastosowania wymiennika ciepła o sprawności 0,7; w warunkach Erie (roczne nakłady 37,5 GJ) do osiągnięcia analogicznego udziału ciepła odzyskiwanego wystarczy wymiennik o sprawności 0,5, zaś w rejonie Harrisburga (roczne nakłady 22 GJ) — wymiennik ciepła o sprawności 0,35 [17].

Odzyskiwanie ciepła z powietrza odprowadzanego podczas wentylacji powoduje zmiany stosunków cieplnych w budynku, a w konsekwencji — przesądza o zmianie wymaganego poziomu intensywności wymiany po-

wietrza. Allen i Payne [2] wyprowadzili równanie do określania masowego natężenia przepływu powietrza M_x , niezbędnego do utrzymania stałego poziomu temperatury w pomieszczeniu, w którym zastosowano wymiennik ciepła o przepływie przeciwprądowym [2].

Ma ono postać:

$$M_x = \frac{q_e}{2(T_h - T_a) \cdot C_p} + \left[\frac{q_e^2}{4(T_h - T_a)^2 \cdot C_p^2} + \frac{q_e \cdot U \cdot A}{(T_h - T_a) \cdot C_p^2} \right]^{0.5}$$

gdzie:

- T_h — temperatura termometru suchego wewnątrz budynku,
- T_a — temperatura termometru suchego powietrza atmosferycznego na wejściu wymiennika ciepła,
- q_e — ilość ciepła wyczuwalnego, które powinno być usunięte z budynku, aby mogła być zachowana stała temperatura,
- C_p — ciepło właściwe powietrza,
- U — współczynnik uogólniony (overall) przenikania ciepła w wymienniku,
- A — powierzchnia przenikania ciepła.

Wzór nie uwzględnia ciepła utajonego, wydzielanego podczas skraplania pary wodnej w wymienniku ciepła, którego ściany mają temperaturę niższą od punktu rosy. Obliczenia wykazują, że ilość odzyskanego ciepła utajonego może przewyższać ilość ciepła wyczuwalnego.

Uzyskane informacje pozwalają oszacować dla warunków typowych, jaką sprawność można uzyskać w przypadku kondensacji na ściankach wymiennika. Wyniki pracy dostarczają projektantowi praktycznego i użytecznego narzędzia, którym można się posłużyć w przeciętnych warunkach środowiskowych [2].

Ulepszanie izolacji cieplnej budynków jest efektywnym sposobem zmniejszenia strat energii cieplnej. Badania symulacyjne mikroklimatu w budynkach inwentarskich, przeprowadzone w USA wykazały m. in., że zapotrzebowanie mocy urządzeń grzewczych jest w budynkach inwentarskich pozbawionych izolacji cieplnej o 19—44% wyższe, niż w budynkach z izolacją cieplną. Dlatego też w ostatnich latach w wielu krajach przyjęto nowe, zwiększone normatywy wartości oporów cieplnych ścian i stropów.

Sprawą bardzo ważną jest właściwy wybór materiałów i prawidłowe umieszczenie izolacji. Izolację cieplną najlepiej jest umieszczać po zewnętrznej stronie ścian. Rozwiązanie takie zabezpiecza mur przed nadmiernym nagrzaniem się w okresie letnim, w zimie zaś pozwala na gromadzenie

ciepła w wewnętrznej części muru stanowiącego ścianę. Ułatwia zatem utrzymanie odpowiedniej dla zwierząt temperatury wnętrza zarówno w ciepłej, jak i chłodnej porze roku zmniejszając zapotrzebowanie na energię do wietrzenia mechanicznego i ogrzewania pomieszczeń [18].

Warstwa izolacji musi wykazywać duży opór przeciw dyfuzji pary wodnej. W przypadku, gdy materiał izolacyjny nie spełnia tego wymogu, konieczne jest zastosowanie dodatkowej warstwy ochronnej z folii lub aluminium, zabezpieczającej izolację przed wilgocią, powodującą pogorszenie się właściwości izolacyjnych [18].

Izolację wewnętrzną stosuje się głównie w przypadku modernizacji starych budynków, aby zabezpieczyć ściany przed kondensacją pary wodnej [18].

Sprawą bardzo ważną jest ocieplanie budynków inwentarskich wykonanych z prefabrykowanych elementów żelbetowych. W Niemczech stosowane są elementy żelbetowe o długości 300 cm, wysokości 58 cm i grubości 24 cm, o przekroju korytowym, z otworami na obu zakończeniach czołowych. Po montażu powstaje ciągła rynna, której szerokość u góry wynosi 10 cm, u dołu zaś — 6 cm. W celu ocieplenia rynnę tę wypełnia się materiałem izolacyjnym w postaci odpadów z tworzyw sztucznych. W zależności od rodzaju materiału odpadowego uzyskuje się zwiększenie wartości współczynnika oporu cieplnego całego elementu do poziomu od 0,73 do 1,27. Dla porównania odpowiedni współczynnik dla pełnego elementu żelbetowego wynosi 0,313.

Zaletami omawianego rozwiązania są: zmniejszenie masy elementu o 285 kg, oszczędność cementu oraz 2,5—4-krotne obniżenie strat ciepła, a także wykorzystanie nieużytecznych odpadów przemysłu tworzyw sztucznych i zmniejszanie kosztów transportu [20].

Wybór rodzaju i niezbędnej grubości materiału izolacyjnego ułatwia mikrokomputerowy system opracowany we Francji przez Spółdzielcze Biuro Racjonalizacji Gospodarki Energetycznej (BECOME) [21].

Znacznych oszczędności energii w chowie zwierząt można oczekiwać w wyniku doskonalenia procesów produkcji. Główne kierunki racjonalizacji użytkowania energii przy produkcji i zadawaniu pasz, to: zastosowanie energooszczędnych technologii, zapewnienie optymalnych warunków pracy maszyn i urządzeń, wykorzystanie ciepła odpadowego oraz niekonwencjonalnych źródeł energii [12].

Duże możliwości zmniejszenia zużycia energii w wytwórniach pasz treściwych tkwią w odzyskiwaniu ciepła odpadowego, m.in. z powietrza usuwanego po ochłodzeniu granulatów [9].

Efektywność różnych metod usuwania odchodów zwierzęcych można ocenić na podstawie stosunku wartości energetycznej zawartych w nich

składników nawozowych do nakładów energii ponoszonych w związku z wykorzystywaniem tych odchodów jako nawozu. Badania na ukraińskich fermach o obsadzie 100—2000 krów wykazały, że efektywność ta jest bardzo zróżnicowana (od 0,2 do 3,8). Obsada ferm bydła mlecznego nie powinna przekraczać 1200 krów, bo dalszy wzrost masy i wydłużenie odległości wywozu powoduje zwiększenie jednostkowego zużycia oleju napędowego. Z punktu widzenia jednostkowych nakładów energii na tonę nawozu dla ferm do 200 krów optymalne jest bezwzględne utrzymanie zwierząt w oborach głębokich na ściółce. Zaleca się usuwanie obornika z budynku spycharką, jego kompostowanie a następnie wywóz i rozrzucanie przy użyciu rozrzutnika obornika [15].

Istnieją rozmaite rozwiązania umożliwiające obniżenie nakładów energii elektrycznej przy usuwaniu odchodów z budynków inwentarskich o dużej koncentracji zwierząt. Polegają one m.in. na wyłączaniu urządzeń w czasie ich niedostatecznego obciążenia, zastosowaniu automatycznego systemu synchronizacji bieżącego wydatku gnojowicy przemieszczanej przenośnikami poprzecznymi i pochyłymi z sumarycznym wydatkiem przenośników podłużnych. Wyłączenie przenośników poprzecznych i pochyłych w czasie ich niepełnego obciążenia powoduje zmniejszenie zużycia energii elektrycznej o 50% [7].

Duży wpływ na poziom nakładów energii w dojarniach-mleczarniach ma sposób mycia tych pomieszczeń. Mycie pomieszczeń wodą zakwaszoną o temperaturze 95°C wymaga o 115% więcej energii, niż mycie wodą o temperaturze 75—80°C. Znaczne oszczędności można uzyskać przez lepszą izolację cieplną budynku (10—15% łącznych nakładów energii w dojarni-mleczarni), sprawniejszą obsługę (5—15%), prawidłową regulację aparatury sterującej (3—15%). Od 10 do 20% energii można zaoszczędzić dzięki odzyskiwaniu ciepła z mleka, 2—5% — ze zużytej wody, 1—2% dzięki wykorzystaniu ciepła wydzielanego przy wytwarzaniu podciśnienia. Uzasadnione w praktyce jest stosowanie tylko tych rozwiązań, które są opłacalne [4].

Ważny element racjonalizacji energetycznej w produkcji zwierzęcej stanowią metody zapobiegania skutkom przerw w dopływie prądu. Jedną z nich polega na wyposażeniu gospodarstw w rezerwowe generatory energii elektrycznej. Tworzenie rezerw wiąże się z dużymi nakładami energetycznymi, a mimo to, jak wykazuje praktyka w fermach produkcji zwierzęcej m.in. w Bułgarii, nie daje całkowitej gwarancji uniknięcia strat [3]. Poprawę sytuacji w zakresie ogrzewania pomieszczeń umożliwiają urządzenia akumulujące energię cieplną. Do takich należą grzejniki podłogowe magazynujące ciepło. W byłej NRD opracowano urządzenie do ogrzewania legowisk dla prosiąt za pomocą ciepłej wody dostarczanej z kotłowni, bądź też z pompy cieplnej umożliwiającej wykorzysta-

nie energii z powietrza wentylacyjnego, gnojowicy itp. W porównaniu z grzejnikami elektrycznymi układ wodny zapewnia obniżenie zużycia energii elektrycznej o 50%. Porównanie z promiennikami podczerwieni wypada jeszcze bardziej na korzyść tego układu [25].

Do podobnych wniosków prowadzą wyniki badań laboratoryjnych, przeprowadzonych w Czechosłowacji. Zastosowane tam w pomieszczeniach dla macior z prosiętami płyty podłogowe ogrzewane wodą o przeciętnej temperaturze $50,2^{\circ}\text{C}$ z powodzeniem zastępują stosowane aktualnie promienniki lampowe podczerwieni. Przeciętne roczne nakłady energii na jedno stanowisko (kojec) w przypadku zastosowania omawianych płyt wynosi 1224 kWh (4,4 GJ), podczas gdy nakłady energii ponoszone przy stosowaniu promienników lampowych podczerwieni — 2592 kWh (9,3 GJ) na 1 stanowisko. Zaletą płyt jest ponadto ich lepsza skuteczność w tworzeniu korzystnych warunków mikroklimatycznych w pomieszczeniach dla macior z prosiętami [1].

Stosowanie grzejników podłogowych akumulujących energię ciepłą powoduje 8,7-krotne wydłużenie czasu dopuszczalnej przerwy w dopływie prądu w porównaniu z systemem ogrzewania za pomocą lamp podczerwieniowych [3].

Wydłużenie dopuszczalnych przerw w dostawie prądu elektrycznego ze względu na ogrzewanie pomieszczeń nie rozwiązuje całości problemu. O czasie dopuszczalnej przerwy na fermie rozpatrywanej całościowo przesądza ten z odbiorników energii, którego dopuszczalny czas wyłączenia jest najkrótszy.

Podsumowanie

Racjonalizacja gospodarki energetycznej w produkcji zwierzęcej polega na poprawie efektywności nakładów energetycznych. Cel ten można osiągnąć poprzez zwiększenie poziomu produkcji pod warunkiem, że przyrost produkcji jest większy od wzrostu nakładów, bądź przez obniżenie nakładów, pod warunkiem, że spadek nakładów przewyższa zmniejszenie produkcji. Trzecie, idealne rozwiązanie, polegające na jednoczesnym zwiększeniu produkcji i obniżeniu nakładów jest w praktyce możliwe jedynie w sytuacji, gdy aktualny stan gospodarki energetycznej jest zdecydowanie zły. W warunkach normalnych każdy wzrost produkcji wymaga poniesienia dodatkowych nakładów, choć niekoniecznie muszą to być nakłady bezpośrednich nośników energii. Mogą to być mianowicie nakłady energii ponoszone pośrednio, w nauce, w biurach projektowych itp. Największy udział w strukturze skumulowanych nakładów energii ponoszonych w produkcji zwierzęcej mają pasze. Stąd też wynika z jed-

nej strony potrzeba dążenia do obniżenia jednostkowej energochłonności produkcji pasz, z drugiej zaś — do poprawy efektywności ich wykorzystania. To z kolei wymaga zapewnienia zwierzętom odpowiednich warunków środowiskowych.

Podstawą zapewnienia warunków środowiska możliwe najbardziej zbliżonych do optymalnych dla poszczególnych gatunków i grup użytkowych zwierząt jest sztuczna regulacja mikroklimatu w budynkach inwentarskich. Wiąże się ona z dodatkowymi nakładami energii na wentylację tych budynków, a w niektórych przypadkach — także na dodatkowe ich ogrzewanie. Sprawą o kluczowym wręcz znaczeniu jest prawidłowe sterowanie systemem regulacji mikroklimatu w budynkach. Umożliwia ono z jednej strony precyzyjne utrzymanie wymaganych parametrów środowiska fizycznego w budynkach, a więc temperatury i wilgotności względnej powietrza, dopuszczalnego stężenia pyłów i szkodliwych gazów, z drugiej zaś — pozwala uniknąć nadmiernego zużycia energii przez wentylatory i urządzenia grzewcze.

Obniżenie nakładów energii w budynkach inwentarskich można osiągnąć m. in. poprzez poprawę izolacji cieplnej tych budynków, zwiększenie sprawności energetycznej stosowanych maszyn i urządzeń, a także drogą wykorzystania ciepła odpadowego.

Dużą rolę w racjonalizacji gospodarki energetycznej ma szeroko pojęta organizacja produkcji zwierzęcej, obejmujące zarówno działania o znaczeniu strategicznym (określenie optymalnej koncentracji stada i zaplanowanie odpowiednich inwestycji), jak też takie, jak wybór odpowiedniej technologii produkcji, synchronizacja działania poszczególnych środków mechanizacji i sterowanie ich pracą w celu zapobiegania zarówno przeciążeniom, jak i niedostatecznym obciążeniom. Wszystko to powoduje, że rosną i będą rosły wymagania odnośnie kwalifikacji personelu zatrudnionego w produkcji zwierzęcej.

LITERATURA

1. Adamowský R., Lab'outka K., Berounský V.: Otopné teplovodní podlahové panely. *Zemědělská Ttchnika*, R. 32 č. 5, s. 303—311, 1986.
2. Allen W.H., Payne F.A.: Designing animal ventilation schedules with counterflow heat exchangers. *Transactions of the ASAE*, vol. 30, nr 3, s. 782—788, 1987.
3. Andonov K.J., Martev K.V., Dimov D.N.: Principy razvitija elektri-fikacii v životnovodstve. *Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva*, nr 3, s. 61—62, 1989.
4. Carpenter J.L.: Economic realities of energy conservation in UK farm dairies. *Agricultural Engineer*, nr 1, s. 19—23, 1989.

5. Draganow B.: Oszczędność energii cieplnej w rolnictwie. Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze, nr 2, s. 93—99, 1987.
6. Feddes J.J.R., De Shazer J.A.: Feed consumption as a parameter for establishing minimum ventilation rates. Transactions of the ASAE, vol. 31, nr 2, s. 571—575, 1988.
7. Gomeljuk P.Ja.: Sniženie energopotreblenija pri udalenii navoza. Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva, nr 11, s. 12—14, 1985.
8. Groskreutz K.: So oder so: Sauen mit oder ohne Stroh? DLZ Die Landtechnische Zeitschrift, Jg 37, nr 1, s. 106—109, 1986.
9. Grubskij E.V.: Puti sniženija toplivno-energetičeskich zatrat na proizvodstvo kombikormov. Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva, nr 10, s. 25—27, 1988.
10. Hongwei Xin, De Shazer J.A., Beck M.M.: Post — effect of ammonia on energetics of laying hens at high temperatures. Transactions of the ASAE, vol. 30, nr 4, s. 1121—1125, 1987.
11. Jancen V.: Sniženje energetičeskich zatrat na obespečenie mikroklimata na fermach. Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva, nr 2, s. 49—51, 1986.
12. Jaseneckij V.A.: Sniženie energozatrat v kormoproizvodstve i životnovodstve. Technika v Sel'skom Chozjajstve, Moskva, nr 10, s. 25—27, 1987.
13. Kozlova N.P. i in.: Soveršenstvovanie režimov raboty sistemy mikroklimata pomeščenij dlja otkorma svinej. Technika v Sel'skom Chozjajstve, Moskva, nr 2, s. 6—7, 1989.
14. Kuczyński T., Szpindor A.: Sprawozdanie z sesji panelowej pt. „Kształtowanie warunków środowiskowych w obiektach intensywnej produkcji zwierzęcej”. Akademia Rolnicza we Wrocławiu 1988 r.
15. Linnik N.K. i in.: Toplivno-energetičeskaja ocenka mechanizirovannyh technologij udalenija navoza. Vestnik Selchozjajstvennoj Nauki, nr 3, s. 109—113; 1989.
16. MacDonald R.D., Hawton J., Hayward G.L.: A. proportional — integral — derivate control system for heating and ventilating livestock buildings. Canadian Agricultural Engineering, vol. 31, nr 1, s. 45—49; 1989.
17. Manbeck H.R., Scheideman R.E., Roush W.B.: Simulating ventilation heat recovery for broiler and swine facilities. Transaction of the ASAE, vol. 30, nr 3, s. 746—752; 1987.
18. Reinhard H.: Wärmedämmung von Ställen mit Hartschaumplatten. Landtechnik, Jg 44, nr 3, s. 101—104; 1989.
19. Reynolds L.: New technological processes in the mechanization of livestock production in order to reduce energy consumption AGRI/MECH Report, nr 111; s. 27, 1988.
20. Schmidt W.: Wärmegedämmtes Sockelelement mit Sekundärstoffdämmung BTW, Jg 31, nr 2, s. 27—29, 1988.
21. Schryve Y.: Ambience en bâtiment d'élevage Exemple de diagnostique thermique. Bulletin Technique du Machinisme et de l'Équipement Agricoles, nr 31, s. 33—36, 1988.
22. Shelton D.P., Brumm M.C.: Reduced nocturnal temperatures in a swine nursery — a modified regimen. Transactions of the ASAE, vol. 31, nr 3, s. 888—891, 1988.

23. Turner L.W., Blandford G.E., Loewer O.J., Taul K.L.: Finite model of heat in the bovine Part 1: Theory. Transactions of the ASAE, vol. 30, nr 3, s. 768—774, 1987.
24. Turner L.W., Loewer O.J., Taul K.L., Muntifering R.B., Gay N.: Finite element model of heat transfer in the bovine Part 2: Validation. Transactions of the ASAE, vol. 30, nr 3, s. 775—781, 1987.
25. Wolf N.: Vodjanoj obogrev logova porosjat. Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva, nr 7, s. 63, 1988.
26. Wpływ jakości budynku chlewni na wyniki produkcyjne. Budownictwo Rolnicze, r. 40, nr 11, s. 3, 1988.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA

WALENTY BABILAS, FRANCISZEK KAGAN, KRZYSZTOF PIEKARCZYK

PORADNIK OCHRONY ROŚLIN

WARSZAWA, 1991, NAKŁAD 10 000 EGZ., STRON 356

Jest to czwarte wydanie poprawione i uzupełnione. Autorzy wprowadzają Czytelnika w zagadnienie znaczenia i roli ochrony roślin podkreślając czynniki warunkujące uzyskanie wysokich plonów. Prawidłowa ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami — to czynnik, który bardzo często decyduje o opłacalności produkcji roślinnej. Co roku na świecie zostają zniszczone przez agrofagi plony na 75 miliardów dolarów, zaś w Polsce straty stanowią około 30% całego uzyskanego plonu. Jest to duża rezerwa której uruchomienie zależy od prawidłowej ochrony.

Na wstępie przedstawiono organizację ochrony roślin w Polsce po 1975 r. a następnie zadania służby ochrony roślin w zakresie prognozowania i sygnalizacji. Omówiono także organizację usług ochrony roślin (odpowiedzialność zakładów za terminowe i poprawne wykonanie zabiegów).

Część szczegółową rozpoczyna charakterystyka szkodników żerujących na różnych roślinach. Omówiono szkodnika, jego rozwój i szkodliwość oraz reakcję roślin zaatakowanych omawianymi szkodnikami. Charakteryzując zwalczanie szkodników roślin podano dawki środków chemicznych.

W dalszej części omówiono choroby i szkodniki roślin zbożowych. Podobnie jak w poprzednim rozdziale, w pierwszej kolejności podano choroby — występowanie i objawy uszkodzeń, profilaktykę i zwalczanie, dalej omówiono walkę ze szkodnikami.

W dalszej części Autorzy charakteryzują choroby i szkodniki roślin okopowych: ziemniaka, buraka, brukwi. Następną dużą grupę roślin — stanowią rośliny przemysłowe: rzepak, len, słonecznik, tytoń, chmiel. Omówiono cho-

roby i szkodniki tych roślin podkreślając najważniejsze uszkodzenia i rodzaje strat, a następnie walkę z nimi.

Dalszą część poświęcono roślinom warzywnym. Omówiono najczęściej uprawiane warzywa, podając ich choroby i szkodniki, sposoby zapobiegania chorobom i szkodnikom oraz sposoby zwalczania najczęściej występujących chorób i szkodników.

Dalszą część poświęcono charakterystyce szkodników i chorób drzew i krzewów owocowych. Najpierw omówiono choroby i szkodniki występujące na różnych gatunkach krzewów i drzew owocowych, dalej choroby i szkodniki występujące na drzewach pestkowych, następnie choroby i szkodniki występujące na drzewach ziarnkowych a na zakończenie tej części scharakteryzowano choroby i szkodniki krzewów owocowych: porzeczek i agrestu, malin, truskawek i poziomek.

Spora grupa chorób i szkodników występuje w czasie przechowywania roślin. W rozdziale obejmującym to zagadnienie podano choroby ziemniaka i buraka, choroby warzyw korzeniowych, cebuli a także choroby owoców. W końcowej części tego rozdziału omówiono szkodniki roślin zbożowych podając metody zapobiegania ich występowaniu a następnie ich zwalczanie. Publikację kończą rozdziały bardzo ważne obejmujące zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy podczas stosowania środków chemicznych, pierwsza pomoc przy zatruciach oraz zasady przechowywania chemicznych środków ochrony roślin. Publikację kończy karencja obowiązująca w roku 1990.

Autorzy polecają książkę wszystkim, którzy zajmują się uprawą roślin, zarówno na skalę produkcyjną, jak również amatorom, uprawiającym rośliny w ogródkach przydomowych, czy na działkach. Liczne rysunki i fotografie wzbogacają publikację i są bardzo pomocne dla osób zaczynających produkcję. Książka zalecana do bibliotek. Jest do nabycia w księgarniach a także po niższych cenach w kiosku Agroservis, znajdującym się przy al. Jerozolimskich 28 w Warszawie.