

## PROBLEMY SZTUCZNEGO SUSZENIA I DOSUSZANIA W CZECHOSŁOWACKIM ROLNICTWIE

JAN MIKULIK

Instytut Techniki Rolniczej — Rzepy k. Pragi

Suszenie jest jedną z prac wykonywanych w rolnictwie od bardzo dawna. Jest ono równie stare, jak samo rolnictwo i bez prac związanych z suszeniem nie można sobie rolnictwa wyobrazić.

Biorąc pod uwagę, że produkty rolne stanowią pod względem swych rozmiarów jeden z największych składników produkcji, można stwierdzić, iż w większości wypadków stawiają one wysokie wymagania skutecznej konserwacji, bez względu na to, czy chodzi o produkty codzienne, czy też sezonowe — jak na przykład rośliny paszowe, zboża, produkty techniczne itp., przy czym przy tych ostatnich problem ten występuje szczególnie wyraźnie.

W związku z tym można by przyjąć, że wychodząc z takich założeń, poświęcano zawsze zagadnieniom konserwacji produktów rolnych odpowiednią uwagę i troskę. Niestety, albo w ogóle tak nie było, albo też nie zawsze. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że w rolnictwie, jeśli chodzi o jego wiek, można mówić o całych tysiącletniach, to należy stwierdzić, że aż do dnia dzisiejszego cała troska była kierowana tylko ku pracom pomocniczym, a więc ku pracom przygotowawczym i dodatkowym; co do zasad konserwacji i jej metod, to są one w większości wypadków równie stare i prymitywne, jak samo rolnictwo. Konkretnie możemy tu, w formie przykładu, podać konserwację roślin paszowych w postaci siana. Nie ulega wątpliwości, że w tej dziedzinie osiągnięto bardzo dobre wyniki, jeśli chodzi o przygotowanie, zwożenie, składowanie i ewentualnie mechaniczną przeróbkę roślin paszowych. Niezależnie od tego właściwa konserwacja w większości procesów technologicznych zdana jest całkowicie na łaskę i niełaskę warunków atmosferycznych. W tej sytuacji dochodzi do paradoksalnego stanu, w którym nowoczesne środki techniczne dokonują zbioru produktu pozbawionego wartości w znacznym stopniu, a nawet bezwartościowego; w tych warunkach znaczenie tego produktu, jako paszy, może wzbudzać wątpliwości i może się okazać, że jego zbiór nie jest wart nakładów pieniężnych i pracy. Podobnie wygląda sytuacja, jeśli chodzi o inne produkty rolne, jakkolwiek nie w takich rozmiarach. Ma to swoje uzasadnienie w tym, że właśnie decydujące ogniwo cyklu pro-

dukcyjnego, a mianowicie konserwacja, albo została pominięta, albo też nie dało się jej z powodzeniem opanować, co z kolei prowadziło do tego, że użyte maszyny często podnosiły koszty w sposób niecelowy i że równocześnie stosowanie maszyn spotykało się z negatywną oceną.

To zjawisko możemy jeszcze i dzisiaj zaobserwować w całym szeregu państw, nie wyłączając Czechosłowacji. Dopiero w ostatnich latach zagadnienie konserwacji i składowania produktów rolnych i paszy wysuwa się na pierwszy plan, właśnie ze względu na swe duże znaczenie dla gospodarki narodowej. Musimy przy tym przyznać, że historia suszenia w Czechosłowacji nie jest wcale nowa. Już z początkiem bieżącego stulecia budowano suszarnie rolnicze, a z biegiem lat ilość ich bezustannie wzrastała. W zależności od celu, jakiemu dana suszarnia miała służyć, oraz w miarę rozwoju techniki wzrastała również coraz bardziej ilość suszarni różnego typu. Historia wykazuje jednak wyraźnie, że suszenie przy pomocy ogrzewanego powietrza nigdy nie stanowiło tej gałęzi produkcji rolnej, która przynosiłaby zdecydowane korzyści. Pochodzi to stąd, że zbudowano szereg suszarni, którymi po krótszym lub dłuższym czasie przestano się posługiwać, albo też posługiwano się sporadycznie, zapewne wówczas kiedy nie było żadnych innych możliwości konserwacji i kiedy klimatyczne, względnie koniunkturalne warunki zmuszały do uruchomienia suszarni, a przynajmniej uzasadniały to.

Obecnie jest u nas około 200 różnych zakładów suszarniczych, z których jednak tylko część regularnie pracuje, część uruchamiana jest w pewnych latach, a reszta jest nieczynna. Stosunkowo dobrze wykorzystywane są suszarnie walcowe do suszenia płatków ziemniaczanych, w ilości około 114. Każda suszarnia produkuje w ciągu 24 godzin 4 tony suszu, a więc około 68 tys. ton płatków w ciągu roku. Do suszenia ziarna używa się około 50 suszarni ze stosunkowo dobrym wynikiem. Suszenie chmielu, przy którym chodzi o utrzymanie gatunku produktu, wykonuje się w kilkuset małych urządzeniach suszarniczych. Poza tym pozostaje w użyciu sporadycznie lub przez krótki okres czasu około 13<sup>0</sup> suszarni bębnowych, wykorzystywanych przeważnie w cukrowniach. W większości wypadków służą one do suszenia wytlóków buraczanych, krwi, mleka i szczególnych rodzajów odpadków przemysłu rolnego i spożywczego.

Stan ten od dłuższego już czasu określany jest jako niezadowalający. W szczególności w ostatnich latach opracowano liczne prace mające podstawowe znaczenie dla rozwoju sztucznego suszarnictwa. Wszystkie te prace koncentrują się przede wszystkim na wyjaśnieniu stanowisk o charakterze technologiczno-ekonomicznym, które należy poddać rozwadze przed podjęciem decyzji w sprawie tego, czy pewien określony typ suszarni nadaje się do praktycznego zastosowania, a mianowicie:

1. Opracowanie i włączenie technologii suszenia do ogólnej technologii produkcji rolnej poszczególnych gałęzi produkcji i w różnych rodzajach

rolnych gospodarstw produkcyjnych przy uwzględnieniu ekonomicznego zapotrzebowania na pracę ludzką, uproszczenia procesu produkcyjnego, polepszenia jakości produktu i wprowadzenia nowych operacji produkcyjnych. Opracowanie takiej technologii stanowi dla rolnictwa ogółem biorąc coś nowego, jest jednak zjawiskiem zwyczajnym przy projektowaniu przedsiębiorstw przemysłowych. Przejście do produkcji na dużą skalę nadaje również rolnictwu pewne cechy wytwórczości przemysłowej i jest nie do pomyślenia bez gruntownej technologicznej analizy.

2. Określenie maksymalnej ilości masy do suszenia, którą musi się zapewnić — nawet kosztem przekroczenia planowanych limitów produkcyjnych — dla osiągnięcia najwyższej produkcji i wydajności pracy i zapobieżenia stratom w obsadzie zwierząt gospodarczych. Jedną jedyną granicą opłacalności dla kosztów produkcji paszy nie wystarczy zapewne dla rolnictwa, a w pewnych warunkach, jak np. w latach nadmiernie wilgotnych, znajdzie konieczność zapewnienia minimalnych porcji suchej paszy, nawet za cenę wydatnego podniesienia kosztów produkcji. Należy tu wymienić również pewną ilość szczególnie starannie wysuszonej paszy, która daje wysokowartościową karmę w specyficznym działaniu dietetycznym.

3. Dalszym decydującym wskaźnikiem o technologiczno-ekonomicznym charakterze jest ustalenie prawidłowego stosunku między kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi, biorąc pod uwagę jednokierunkowość względnie uniwersalność poszczególnych urządzeń suszarniczych. Należy tu również podstawowe zagadnienie wielkości optymalnej wybranego typu i jego przydatności dla gospodarstwa rolnego z punktu widzenia obsługi, utrzymania w stanie używalności, wymagań stawianych budynkom gospodarczym oraz sieci obsługi inżynierskiej.

4. Ostatnim, dziś jednak decydującym wskaźnikiem, jest określenie, w jakim stopniu w sensie procentowym udziału sztuczne suszarnictwo może obciążyć bilans energetyczny państwa. Można przyjąć, że jeszcze przez pewien okres czasu wprowadzenie sztucznego suszarnictwa do całego rolnictwa nie będzie pod względem energetycznym możliwe. Należy tu podkreślić, że nie można przeceniać znaczenia sztucznego suszenia, biorąc pod uwagę znaczne obciążenie źródeł energii. Ekonomiczna przydatność i opłacalność okaże się zapewne tylko w takich wypadkach możliwa do przyjęcia, w których osiągnie się równocześnie na innych odcinkach produkcyjnych poważne oszczędności w pracy ludzkiej i w kosztach (np. przy samoczynnym karmieniu nierogacizny, dalej przy zastosowaniu kombajnów itd.).

Jedynie uwzględniając wyżej podane stanowiska można uzyskać odpowiednie podstawy do wyboru takiego typu i takiej wielkości suszarni, która odpowiada danym warunkom. Jak powszechnie wiadomo, decydującym elementem sztucznego suszenia jest ekonomika suszenia, tzn. koszty produkcji suszu określa suma wydatków na surowiec, paliwo, obsługę,

prąd elektryczny i amortyzację. Szereg autorów próbowało nadać tym podstawowym wartościom pewien prawidłowy stosunek. U nas np. tow. Strach i tow. Srbek wyprowadzili następującą zależność:

$$\frac{C}{G_2} = \frac{1 - u_2}{1 - u_1} \cdot S_1 + \frac{u_1 - u_2}{1 - u_1} \cdot \frac{q}{H} \cdot S_2 + \frac{C_{31} \cdot O}{G_2} + e C_{41} + \frac{I \cdot p}{100 \cdot T_0 \cdot G_2} \leq S_6$$

$C$  — koszty łączne na 1 godzinę pracy

$G_2$  — ciężar wysuszonego produktu (kg/h)

$s_1$  — koszty zakupu roślin paszowych łącznie z transportem (kčs/kg)

$s_2$  — koszty zakupu paliwa (kčs/kg)

$q$  — jednostkowe zużycie ciepła (kcal/kg)

$H$  — wartość kaloryczna paliwa (kcal/kg)

$C_{31}$  — przeciętne wynagrodzenie obsługi na 1 godzinę pracy (kčs/h)

$O$  — liczba obsługi; przeważnie 3—5 osób

$e$  — jednostkowe zużycie energii elektrycznej; przeważnie ok. 0,6 do 0,1 kWh/kg

$C_{41}$  — cena energii elektrycznej (kčs/kWh)

$I$  — wartość urządzenia włącznie z kosztami budowy i montażu; przeważnie 100 000 do 300 000 kčs

$p$  — stopa amortyzacji; przeważnie 8—10 %

$T_0$  — roczna liczba godzin pracy; przeważnie bierze się pod uwagę 2100—2300 godzin.

$u_1, u_2$  — wilgotność materiału (%)

Równanie (1) pomija tę okoliczność, że dzięki sztuczному suszeniu uzyskuje się zapewne produkt o większej wartości odżywczej, aniżeli w wypadku suszenia naturalnego, wzgl. przy zastosowaniu innej metody konserwacji. Odnosząc powyższe równanie do zawartości składników pokarmowych ( $Z$ ) w produkcie sztucznie wysuszonym, lub wysuszonym według metod dotychczas stosowanych ( $Z$ ), otrzymamy:

$$\frac{1 - u_2}{1 - u_1} \cdot \frac{S_1}{Z} + \frac{u_1 - u_2}{1 - u_1} \cdot \frac{q}{H} \cdot \frac{S_2}{Z} + \frac{C_{31} \cdot O}{G_2 \cdot Z} + \frac{e \cdot C_{41}}{Z} + \frac{I \cdot P}{100 \cdot T_0 \cdot G_2 \cdot Z} \leq \frac{S_6}{Z}$$

Lewa strona równania (2) zawiera elementy  $s_2, H, C_{31}, C_{41}$  oraz  $I$ , które są niezależne od warunków pracy i wydajności suszarni. Poza tym można elementy  $s_1, o, p$ , oraz  $T_0$  uważać za praktycznie niezależne od warunków pracy i wydajności suszarni. Między pozostałymi elementami ( $u_1, u_2, G_2, q, Z$ ) zachodzi w danej suszarni stosunek skomplikowanej zależności.

Ogólnie można powiedzieć, że przy spadku  $u_1$  (zakładając, że  $u_2$  jest wartością stałą)  $G_2$  oraz w małym stopniu także  $q$  wzrastają, przy spadku  $u_2$  (zakładając, że  $u_1$  jest wartością stałą) maleje  $G_2$ , a wzrasta  $q$ . Dokładną

ocenę ilościowych zależności tych wartości można by przeprowadzić tylko dla pewnej określonej suszarni (na podstawie doświadczeń uzyskanych w czasie pracy). Natomiast niejasna jest nadal zależność  $Z$  od innych wartości. Nawet jakościowego jej przebiegu nie można ocenić w sposób zasługujący na zaufanie; można jedynie oczekiwać, że przy spadku  $u_1$  oraz  $u_2$  także i  $Z$  wykazywać będzie tendencję malejącą.

Równania (1) wzgl. (2) umożliwią ocenę warunków opłacalności sztucznego suszenia produktów rolnych w porównaniu z dotychczasowymi metodami suszenia, lub konserwacji. Stopień opłacalności sztucznego suszenia określa następujący stosunek:

$$\frac{C}{G_2 \cdot s_7} = \eta \quad \text{lub} \quad \frac{C}{G_2 \cdot Z \cdot s_7} = \eta$$

w którym  $s^7$  oznacza ekonomiczną wartość wysuszonego produktu [kčs/kg], który albo ustala się bezpośrednio liczbowo, albo też określa się według tego, jakie będą wyniki ekonomiczne suszenia produktu w późniejszym procesie. Przy  $\eta < 1$  suszenie jest opłacalne, przy  $\eta > 1$  — nie opłaca się.

Przy podejmowaniu decyzji co do pewnego określonego typu suszarni, należy również wziąć pod uwagę optymalny stosunek kosztów własnych pracy suszarni oraz kosztów inwestycyjnych, jak również optymalną wielkość jednostkową. Jednostkę wagi wysuszonego produktu obciąża się za pomocą  $I$  pewną określoną kwotą, której wysokość zależy przede wszystkim od długości okresu używalności, utrzymania w stanie gotowym do użytku oraz od stopnia zużycia suszarni.

Przez określenie warunków podstawowych stosownie do punktu 1.4 oraz przez analizę całej sytuacji dochodzimy do wniosku, że tendencja rozwojowa sztucznego suszarnictwa w CSR powinna mieć następujący przebieg:

1 — Suszenie zboża dzieli się stosownie do celu, jakiemu ma służyć, jak następuje:

1.1 — zboże konsumpcyjne suszone jest bezpośrednio w składach handlowych na urządzeniach o dużej wydajności,

1.2 — zboże dla własnych potrzeb suszone jest bezpośrednio w gospodarstwach przez intensywne przedmuchiwanie i w składach silosowych w kombinacji z odpowiednimi maszynami do czyszczenia i przeróbki ziarna (tzw. „zautomatyzowane linie“ do przeróbki ziarna).

Wyniki prób przeprowadzonych przy zastosowaniu tej nowej technologii późniejszej przeróbki ziarna są bardzo zadowalające. Koszty każdej tony przerobionego i zmagazynowanego ziarna maleją o przeszło 10% w stosunku do dotychczasowych metod, a dalsze ich zmniejszenie do 25% leży w sferze realnych możliwości, o ile składy silosowe i suszarnicze zostały zbudowane z prefabrykatów betonowych. Tego rodzaju składów silosowych nie należy umieszczać w domach, a poza tym mogą one — pozo-

stając pod dachem — tworzyć pomieszczenie zamknięte, nadające się do ustawienia w nim niezbędnego sprzętu maszynowego.

Koszty energii potrzebnej do przeróbki 1 tony ziarna przy zmniejszeniu wilgotności o 4% łącznie z kosztami zamagazynowania i utrzymywania magazynu, wynoszą około 12 kčs.

Dzięki wielostronnej mechanizacji i automatyzacji zmniejszono zapotrzebowanie na pracę ludzką do 10—15% dotychczasowego stanu. Zalety nowej technologii późniejszej przeróbki ziarna w porównaniu z obecną technologią przy zastosowaniu suszarni, posługujących się ogrzewanym powietrzem, można najlepiej poznać dzięki pewnym danym liczbowym:

1. Koszty utrzymania linii zautomatyzowanej w oparciu o podaną wyżej technologię wynoszą 16 kčs na 1 tonę (w tym wydatki na przygotowanie i sporządzenie paszy).

Koszty utrzymania w dotychczasowych magazynach wynoszą za składowanie i przeróbkę ziarna 27,35 kčs na 1 tonę, zakładając, że magazynuje się już poddane przeróbce ziarno, tj. wysuszone i oczyszczone.

Koszty inwestycyjne na 1 tonę ziarna przerobionego na liniach zautomatyzowanych wynoszą 750 kčs, w magazynach dotychczasowych — 1179 na 1 tonę.

2. Przy roślinach paszowych należy przede wszystkim skoncentrować się na dosuszaniu przywędniętych produktów rolnych przez przedmuchiwanie zimnym powietrzem, jeżeli chce się uwzględnić wnioski, do jakich skłaniają wskaźniki ekonomiczne i energetyczne. Poza tym można oczywiście przyjąć, że znaczna część zbioru siana, zwłaszcza siana łąkowego, będzie jeszcze przez wiele lat suszona w sposób naturalny na ziemi. Sztuczne suszenie nie obejmie na razie więcej jak 2% ogólnego zbioru i to jedynie w tym celu, aby uzyskać siano o dużej zawartości witamin i korzystne dla zdrowia.

Tabela 1 podaje ekonomiczne dane dotyczące głównych metod zbioru siana:

Metoda zbioru	Przeciętna zawartość strawnego białka %	Koszty na 1 q siana kčs	Koszty na 1 kg strawnego białka kčs
Suszenie na ziemi	6	10,25	1,75
Suszenie na kozłach	10	17,60	1,76
Przedmuchiwanie zimnym powietrzem	14	15,13	1,07
Suszenie ciepłym powietrzem	17	48,53	2,86

3. Jeśli chodzi o kartofle i buraki cukrowe, to sytuacja jest nieco bardziej skomplikowana. Przy długotrwałym składowaniu wchodzi tu w grę sztuczny sposób suszenia, jako jedyna metoda konserwacji. Także przy zautomatyzowanym karmieniu — przede wszystkim nierogacizny — warunkiem jest wystarczająco wielki zapas wysuszonych kartofli i buraków

cukrowych. Dotychczasowe doświadczenia z suszeniem kartofli wskazują u nas jednak ciągle tylko na konieczność stosowania suszarni walcowej (suszenie płatków), a to dlatego, że suszenie surowych kartofli — bez względu na to, czy dokonywane w suszarni walcowej, czy też taśmowej obniża strawność wysuszonego produktu o 12—15%. Suszarnia walcowa uważana jest swoją drogą za urządzenie służące tylko do jednego celu, wskutek czego zaobserwować można znaczny wzrost stałych kosztów obciążających produkt. Suszenie kartofli uparowanych w suszarniach służących różnym celom (suszarnie bębnowe, taśmowe i inne) związane jest z dużymi trudnościami technicznymi. W moim przekonaniu jest to szczególnie trudny problem i w dyskusji powinien zwrócić na siebie uwagę.