

## WILGOTNOŚCIOMIERZE DO ZIARNA

Bardzo ważnym parametrem, uwzględnianym w normach jakościowych, jest wilgotność ziarna. Jeśli jest ona zbyt wysoka, wywołuje zmiany biochemiczne i mikrobiologiczne ograniczając czas bezpiecznego składowania. Zbyt niska wilgotność ziarna może doprowadzić do zwiększonej podatności na uszkodzenia (głównie przez zespół młócający, zespoły czyszczące i przenośniki) i powstawania strat. Pamiętajmy, że coraz częściej ziarno i nasiona przechowywane są w silosach, które niejednokrotnie mieszczą nawet setki ton tych surowców. W takich przypadkach, niewłaściwa wilgotność może spowodować duże straty.

Ziarno zbóż niezależnie od pogody dojrzewa około trzech tygodni. W tym czasie zachodzą w nim procesy biochemiczne, głównie przemiana cukrów w skrobię przy jednoczesnym ubytku wody. Zbiór kombajnowy umożliwia opóźnienie żniw i zbieranie ziarna w dojrzałości rogowej, dzięki czemu uzyskuje się ziarno bardziej dojrzałe i suche, nie ponosząc większych strat z powodu obsypywania się ziarna. Obecnie uważa się, że najmniejsze straty z tego powodu ponosi się, gdy ziarno ma wilgotność 18%. Należy zwrócić uwagę, że operując parametrem wilgotność ziarna mówimy o średniej wilgotności zebranej masy ziarna, natomiast ziarno zebrane kombajnem zbożowym charakteryzuje się istotną różnicą wilgotności poszczególnych ziaren w stosunku do średniej wilgotności, co może mieć duży wpływ na trwałość i jakość ziarna podczas jego przechowywania. Stwierdzano niejednokrotnie, że bezpośrednio po zbiorze średnia wilgotność ziarna osiągała 15%, natomiast poszczególne ziarna miały wilgotność 10-12%, ale były także te o wilgotności 40-50%. Nierównomierność wilgotności ziarna może stać się przyczyną powstawania procesów samozagrzewania się przy średniej wilgotności ziarna z zakresów uważanych za bezpieczne. Ziarno zebrane kombajnem charakteryzuje się też stosunkowo wysoką temperaturą wynoszącą często 25-30°C. Zebrane ziarno o wilgotności większej niż 18%, najczęściej nie jest w kombajnie dostatecznie oczyszczone i zawiera zielone części roślin i słomy oraz nasiona chwastów. Zanieczyszczenia te charakteryzują się wyższą wilgotnością od ziarna, zmniejszając jego sypkosć i porowatość, tym samym pogarszają jego zdolność do przechowywania.

Należy zaznaczyć, że każdy z procesów, od chwili zbioru, przez transport oraz czyszczenie, wpływa na zmianę wilgotności ziarna. Ważne jest, więc kontrolowanie tych zmian przy realizacji kolejnych etapów cyklu przechowalniczego, celem zapewnienia właściwej kondycji i odporności ziarna do długookresowego przechowywania, a w końcowym momencie zapewnienia wysokiej jakości w chwili skupu lub przerobu.

Dokładne wyznaczenie wilgotności ziarna w trakcie suszenia jest warunkiem prawidłowego przeprowadzenia tego procesu (podjęcia decyzji, po ocenie poziomu wilgotności, o zakończeniu lub kontynuowaniu suszenia). W efekcie takiej optymalizacji można ograniczyć zużycie energii oraz uzyskać oszczędności kosztowe. A przecież suszenie cechuje bardzo duża energochłonność (dla ziarna kukurydzy to ok. 40% całkowitych kosztów jej uprawy).

Suszenie cechuje duża energochłonność (dla ziarna kukurydzy to 40% całkowitych kosztów jej uprawy). Dokładne wyznaczenie wilgotności ziarna w trakcie procesu jest warunkiem jego prawidłowego przeprowadzenia (podjęcia decyzji, po ocenie poziomu wilgotności, o zakończeniu lub kontynuowaniu suszenia). W efekcie takiej optymalizacji można ograniczyć zużycie energii oraz uzyskać oszczędności kosztowe. Często stosowane przez rolników tzw. przesuszenie ziarna, wpływa na nieuzasadnione podwyższenie kosztów suszenia, a w efekcie tak prowadzonego procesu nie zapewnia się utrzymania wilgotności na odpowiednio niskim poziomie z uwagi na tzw. wilgotność równowagową (taką, do której dąży ziarno w określonych warunkach atmosferycznych - temperatura i wilgotność powietrza). Przytoczone w tabeli 1 dane wskazują, że w sprzyjających warunkach pogodowych, możemy osiągnąć wilgotność ziarna 13-14% podczas przedmuchiwania go powietrzem atmosferycznym, ale jednocześnie ziarno może nawilgacać się do niekorzystnych poziomów, gdy wilgotność względna powietrza przekracza 65%. Biorąc pod uwagę znaczenie prawidłowego określenia wilgotności ziarna – miernik, podręczny przyrząd pomiarowy jest niezbędnym wyposażeniem rolnika, producenta ziarna zbóż.



Foto 1. Pomiar wilgotności ziarna za pomocą miernika przenośnego (z funkcją wstępnego zmielenia)

Na rynku polskim występują mierniki zwane testerami wilgotności, które przeznaczone są dla różnych użytkowników. Mierniki precyzyjne typu laboratoryjnego o bardzo dużej dokładności (błąd nie przekracza 0,2-0,4%), posiadają wymaganą legalizację Głównego Urzędu Miar, wykorzystywane są w miejscach skupu interwencyjnego, czy też dużych magazynach zbożowych i nasiennych. Często taki miernik stanowi wyposażenie laboratorium do oceny jakości ziarna. Mierniki te niejednokrotnie oprócz możliwości wyznaczenia wilgotności ziarna zapewniają pomiar temperatury, gęstość nasypowej i masy próbki (DRAMIŃSKI miernik wilgotności i gęstości ziarna). Nietypowym odbiorcą tego typu

urządzeń jest rolnik indywidualny, czy gospodarstwo zajmujące się uprawą zbóż. Dokładność pomiaru wilgotności ziarna za pomocą proponowanych na rynku mierników jest wystarczająca do prawidłowego prowadzenia procesu suszenia i kontrolowanego przechowywania materiału. Mierniki przenośne charakteryzuje możliwość pomiaru w sposób bezpośredni i szybki w miejscach składowania ziarna, tj. kosz zasypowy, suszarnia, przyzma w magazynie płaskim czy silos. Proponowane na rynku rozwiązania urządzeń zwykle wyposażone są w szczelny pokrowiec bądź teczkę transportową oraz trwałą obudowę, co sprawia, że przyrząd jest estetyczny, dobrze zabezpieczony, wygodny w użytkowaniu i nie wymaga specjalnych, laboratoryjnych warunków pracy. Z punktu widzenia ergonomii mierniki przenośne cechuje dobra funkcjonalność, łatwość obsługi, czytelność instrukcji, w języku polskim opis na wyświetlaczach LCD.

W skład wilgotnościomierza wchodzi w szczególności:

- przetwornik pomiarowy, którego sygnał wyjściowy zależy od wilgotności materiału w nim umieszczonego;
- urządzenie pomiarowe, które oblicza wilgotność materiału i wskazuje wynik pomiaru na podstawie sygnałów otrzymanych z przetwornika pomiarowego, danych wejściowych i informacji wprowadzonych przez użytkownika;
- układ regulacyjny, służący do adiustacji.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 22 stycznia 2004 r. „w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać wilgotnościomierze do pomiaru wilgotności ziarna zbóż i nasion oleistych” (Dz. U. z dnia 11 lutego 2004 r.) urządzenie pomiarowe powinno wskazywać:

- wynik pomiaru z rozdzielczością nie mniejszą niż 0,1 %;
- rodzaj badanego materiału;
- informacje o przekroczeniu zakresów pomiarowych, dopuszczalnych temperatur próbki materiału i przetwornika pomiarowego.

Również w myśl tego Rozporządzenia mierniki wilgotności charakteryzuje klasa dokładności. Wyróżnia się dwie klasy dokładności I i II i jest ona zależna od wartości błędu pomiarowego. Wartość tego błędu (%) jest związana z badanym zakresem pomiarowym (zawartość wody do 10%, czy ponad 10%), rodzajem próbki (ziarna zbóż, nasiona oleiste czy ziarno kukurydzy) oraz z rodzajem kompensacji temperatury.

### Opis przykładowych mierników.

Tester wilgotności „**DRAMIŃSKI tester wilgotności do ziarna**” składa się z właściwego miernika z komorą pomiarową oraz dozownika z zasuwką. Posiada estetyczne i trwałe opakowanie z tworzywa sztucznego. Miernik wyposażony jest w klawiaturę membranową i wyświetlacz LCD. Po wybraniu gatunku ziarna, w prosty sposób napełnia się komorę pomiarową przy użyciu dozownika z zasuwką. Następnie postępując zgodnie z uwagami pojawiającymi się na wyświetlacz LCD otrzymuje wynik określający wilgotność i temperaturę ziarna.



Miernik **Unimeter Super Digital** jest przyrządem, którego działanie wyróżnia sposób przygotowania próbki do badania. W praktycznej walizce rolnik otrzymuje miernik oraz zintegrowaną z nim głowicę młynka i szczotkę czyszczącą. Pomiar dokonywany jest na ściśle określonej próbce o objętości 9 ml lub 11 ml. Po zmieleniu przy użyciu młynka, na wyświetlaczu LCD użytkownik informowany jest o zmierzonej wilgotności jak również o średniej wartości z dwóch pomiarów.



Miernik **Farmpro** charakteryzuje się sposobem pomiaru podobnym do urządzenia Unimeter Super Digital. Funkcjonalny pojemnik transportowy zawiera miernik z komorą pomiarową, młynek oraz szczotkę czyszczącą. Do wybrania gatunku ziarna, korzystamy ze wskazań wyświetlacza LCD. Następnie odmierzoną objętość ziarna 9 ml lub 11 ml mielimy przy użyciu młynka. W efekcie pomiaru otrzymujemy wartość wilgotności ziarna oraz średnią z przeprowadzonych powtórzeń.



**Przedstawione mierniki charakteryzuje możliwość indywidualnej kalibracji dla wybranego gatunku ziarna lub nasion. Zmiana ustawienia kalibracji inna od fabrycznego jest sygnalizowana na wyświetlaczach tych mierników.**

Miernik precyzyjny „**DRAMIŃSKI Miernik wilgotności i gęstości ziarna**” wyposażony jest w komorę pomiarową z wyświetlaczem LCD oraz dozownik. Po wybraniu gatunku ziarna należy wytarować przyrząd stawiając na komorze pomiarowej pusty dozownik. Po wytarowaniu, wsypywany materiał jest kierowany do komory pomiarowej. Po dokonaniu pomiaru na wyświetlaczu odczytujemy wartość wilgotności i temperatury ziarna. Dodatkowo wyświetlana jest również wartość masy i gęstości w stanie zasypnym.



Miernik **Unimeter Super Digital** oraz **Farmpro** jest przyrządem, którego działanie wyróżnia sposób przygotowania próbki do badania. W praktycznej walizce rolnik otrzymuje miernik oraz zintegrowaną z nim głowicę młynka i szczotkę czyszczącą. Do wybrania gatunku ziarna, korzystamy ze wskazań wyświetlacza LCD. Pomiar dokonywany jest na ściśle określonej próbce o objętości 9 ml lub 11 ml. Po zmieleniu przy użyciu młynka, na wyświetlaczu LCD użytkownik informowany jest o zmierzonej wilgotności.

Istotnym parametrem, który określa dokładność metody pomiaru jest jego powtarzalność. Przyrząd o dobrych cechach elementów pomiarowych jak również prawidłowej konstrukcji zapewnia stały wynik pomiaru próbki badanej wielokrotnie, o której wiemy, że ma jednakową wilgotność. Przyrząd taki nie wykazuje cech rozkalibrowania. W badaniach próbek różniących się wilgotnością trudność sprawia określenie tzw. wartości średniej. Taką funkcję odczytu zapewniają powszechnie producenci mierników, w których w sposób automatyczny po 3-5 powtórzeniach wyświetlana jest uśredniona wartość wilgotności próbek.

Zdarza się, że z przyczyn eksploatacyjnych np. zmiany charakterystyki przetwornika, ciężkich warunków pomiaru, zanieczyszczeniu itp. dochodzi do znacznych różnic pomiędzy wilgotnością zbadaną miernikiem a wskazaniem z użyciem przyrządu legalizowanego np. w punkcie skupu. Taki błąd pomiaru można zniwelować stosując kalibrację indywidualną. Dokonanie takiej kalibracji przyrządu (w sposób indywidualny) pozwala w znaczny sposób polepszyć dokładność pomiaru.

### **Uwagi końcowe**

Bardzo istotną cechą tych mierników jest ich wszechstronność zastosowania do różnych gatunków surowca rolniczego i nie tylko, gdyż przykładowo miernik Super CHTM2 posiada możliwość pomiaru wilgotności innych produktów (np. herbaty), czy takich materiałów jak piasek. Często stosowana jest dodatkowa funkcja uśredniania wyników z kilku pomiarów, która jest bardzo przydatna, gdyż ogranicza wpływ błędów przypadkowych takich jak: niecałkowite wypełnienie komory pomiarowej, czy niejednakowe, niepełne zmielenie ziarna. Dlatego należy wykorzystywać tę dodatkową funkcję stosując w czasie pomiaru wiele powtórzeń. Mierniki przenośne charakteryzuje dobre odwzorowanie poziomu wilgotności ziarna, szczególnie w zakresie niskich mierzonych wartości. Użytkując tester należy dokonywać wielu powtórzeń, tak, aby wyeliminować błędy przypadkowe takie jak: niepełne wypełnienie komory pomiarowej czy niejednakowe, niepełne zmielenie ziarna.

Rzeczą bardzo istotną zapewniającą pomiar z błędem do 1% (gwarantującym przez producenta) jest okresowe dokonywanie indywidualnej kalibracji dla określonych, często badanych, gatunków zbóż. Dokonanie kalibracji musi być poprzedzone pomiarem na ustawieniach fabrycznych, a odniesione do pomiaru miernikiem legalizowanym (zapewniającym dużą dokładność), np. w punkcie skupu. Ewentualna korekta polega na podniesieniu lub obniżeniu wartości wskazań miernika do poziomu wskazania porównawczego przy użyciu prostej opcji miernika, postępując zgodnie z instrukcją.

Tabela 1. Charakterystyka wybranych wilgotnościomierzy.

Model	Firma	Cena brutto [zł]	Zasilanie	Odczyt	Pomiar temperatury	Pomiar masy i gęstości usypowej	Gwarancja	Kalibracja fabryczna	Kalibracja indywidualna	Liczba wprowadzonych charakterystyk gatunku
Unimeter Super Digital	Grene Sp. z o.o., Modła Królewska, ul. Skandynawska 1., 62-571 Stare Miasto	1195	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	12 mc	tak	tak	17
FarmPro	Firma "OKTIW" P.U.H. Bogusław Witko Borek Szlachecki 1 a	1952	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	11
DRAMIŃSKI Miernik wilgotności i gęstości ziarna	DRAMIŃSKI - Elektronika w Rolnictwie, ul. Owocowa 17, 10-860 Olsztyn	6100	Akumulator 9V	wyświetlacz LCD	tak	tak	24 mc	tak	nie	8
DRAMIŃSKI Tester wilgotności do ziarna		1201	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	tak	nie	24 mc	tak	tak	39
DRAMIŃSKI Grain Master		1818	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	8
DRAMIŃSKI Grain profi		3038	Bateria 9V	wyświetlacz typu LCD	tak (komory)	nie	24 mc	tak	tak	8
ASONIK Super CHTM 2	ASONIK Rzeczna 18, 61-013 Poznań	750 - 1450	Bateria R6 + zasilacz 6-12V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	nie	127
PFEUFFER HE 50	Pfeuffer GmbH, Postfach 248, D-97305 Kitzingen, Niemcy	ok. 2800	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	tak	nie	24 mc	tak	nie	14
PFEUFFER HE Lite		2000	Bateria 3x1,5V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	8
SUPERTECH 2500 Digital	Supertech Agroline, Hestehaven 5, DK- 5400 Bogense, Dania	1680	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	8

SUPERPRO	SERAFIN P.U.H. Andrzej Serafin 32-088 Przybysławice 113	2000	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	8
Wille 55	Firma "OKTIW" P.U.H. Bogusław Witko Borek Szlachecki 1	976	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	24 mc	tak	tak	16
GAC MINI PLUS	CEREUS WENA Adam i Grażyna Witkowsy S.J. ul. Biała 19 87-100 Toruń	2600	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	tak	tak	24 mc	tak	tak	20
FARMEX MT-Pro	Farmcomp Oy, Jusslansuora 8, 04360 Tuusula, Finland	1118	Bateria 9V	wyświetlacz LCD	nie	nie	12 mc	tak	tak	23