

FRANCISZEK RUDNICKI

Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa
Uniwersytet Technologiczno — Przyrodniczy w Bydgoszczy

Metoda wskaźnikowej oceny postępu hodowlanego wnoszonego przez odmiany roślin uprawnych

Method for evaluation with indicators of the breeding progress introduced by plant cultivars

Praca zawiera propozycję nowej metody oceny postępu hodowlanego wnoszonego przez poszczególne odmiany rośliny uprawnej. Ocena polega na wyznaczeniu wskaźników postępu na podstawie danych z wieloletnich doświadczeń odmianowych. Wyznaczane są wskaźniki: PHO — postępu hodowlanego wnoszonego przez poszczególne odmiany pod względem danej cechy; UPHO — użytecznego postępu hodowlanego wnoszonego przez poszczególne odmiany pod względem danej cechy; UTO — użytecznej trwałości odmiany; WOC — wartości użytkowej odmiany. Przyjęto, że odmiana wnosi postęp jeśli wartość danej cechy tej odmiany, w 4 pierwszych latach jej badania, jest większa (korzystniejsza) niż wartość tej cechy u najlepszej odmiany starszej, wśród odmian badanych, w tych samych 4 latach. Odmiana wnosi postęp użyteczny gospodarczo, pod względem danej cechy gdy, w 4 pierwszych latach jej badania, jest lepsza od średniej wartości tej cechy u odmian starszych. Jako użytecznie trwałą przyjęto odmianę, która w latach jej użytkowania (badań) jest lepsza, pod względem danej cechy, od średniej wartości tej cechy u wszystkich odmian (starszych i nowszych) w porównywalnych latach. Wskaźnik UTO pozwala także oszacować liczbę lat trwałości odmiany. Wskaźnik wartości użytkowej odmiany (WOC) jest średnią wskaźników PHO, UPHO i UTO. Wskaźniki mogą być wyznaczone dla każdej cechy, której wartości są mierzalne i cecha ta ma znaczenie gospodarcze. Wskaźniki wyliczone dla różnych cech rośliny uprawnej są porównywalne jeśli dane pochodzą z tych samych doświadczeń i lat.

Słowa kluczowe: postępowanie hodowlane, odmiana, ocena wskaźnikowa, metoda

The paper contains a proposal for a new method of evaluation of breeding progress delivered by each individual cultivar. The assessment consists of progress indicators, based on data from many years of experiments. Following indicators are calculated: PHO — breeding progress delivered by individual cultivar in terms of the trait; UPHO — useful breeding progress delivered by cultivar in terms of the trait; UTO — useful durability of the cultivar; WOC — usefulness of cultivar. It is assumed that the cultivar delivers breeding progress if its given trait, during the first 4 years of the research, is higher (more beneficial) than the best of the older cultivar among the tested cultivars, in the same years.

Cultivar delivers useful breeding progress of trait if, in the first 4 years of the research, its value is better than the average value of the trait for the older cultivars, in the same years. Cultivar is usefully durable if, in the years of its use (research), it is better with regard to a given trait than the average value of the trait of all cultivars (older and newer), in the comparable period. UTO indicator also allows to estimate the number of years of the cultivar durability. Index of usefulness of cultivar (WOC) is calculated as the average of the indicators PHO, UPHO and UTO. Indicators can be calculated for each trait, if its values are measurable and this trait has farming importance. Indicators calculated for the different traits of the crop are comparable if the data come from the same experiments and years.

Key words: breeding progress, cultivar, evaluation indicators, method

WSTĘP

Celem i efektem hodowli twórczej odmian roślin uprawnych jest poprawienie różnych cech roślin, ważnych z agrotechnicznego i użytkowego punktu widzenia. W przedmiotowej literaturze spotykamy różne nazwy i definicje efektów hodowli roślin (postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy, postęp hodowlano-odmianowy, postęp genetyczny), a nazwy te bywają używane zamiennie i traktowane jako synonimy (Kamasa, 1986; Krzymuski, 1989 i 1991 b; Krzymuski i Laudański, 1996; Runowski, 1997). Często używana jest nazwa „postęp biologiczny”. Ten jednak, chyba słusznie, Szymczyk (2006) określa jako „efektywność ludzkiej działalności, stosującej poznane prawa i mechanizmy biologiczne w celu wykorzystywania organizmów świata ożywionego, dla osiągnięcia określonych celów użytkowych”. Zatem postęp biologiczny obejmuje nie tylko hodowlę odmian roślin uprawnych, ale też inne działania, np. biologiczne sposoby ochrony roślin przed agrofagami lub wykorzystanie organizmów symbiotycznych czy „efektywnych mikroorganizmów” w produkcji roślinnej.

Postęp odmianowy jest często utożsamiany z postępowaniem biologicznym choć, jak zauważa Krzymuski (1991 a), obejmuje on tylko jego część związaną z odmianami roślin. Zdaniem tego autora postęp odmianowy „ma szerszy zasięg, w znaczeniu terytorialnym i czasowym” w stosunku do postępu hodowlanego, ponieważ uwzględnia też odmiany importowane. Postęp odmianowy jest także ujmowany jako liczba nowo rejestrowanych odmian w powiązaniu z ich cechami użytkowymi na tle odmian wzorcowych (Czembor, 1999), albo jako „wszystkie nowe cechy użytkowe, bądź polepszenie cech posiadanych przez roślinę, wnoszone przez nowo rejestrowane odmiany” (Mańkowski, 2009). Szymczyk (2004) dostrzega wadliwość zwrotu „postęp odmianowy” ponieważ odmiana „jako gotowy produkt procesu hodowlanego jest tylko jego nośnikiem, a nie kreatorem”. Wydaje się jako właściwe rozumienie postępu odmianowego jako zwiększanie liczby odmian w rejestrze odmian. W takim ujęciu byłby to postęp w rejestracji nowych odmian, na podstawie określonych kryteriów. Krzymuski (1991 a) określa to jako „ruch odmianowy”, ale nie utożsamia z postępowaniem odmianowym.

Postęp genetyczny oznacza „zwiększenie wartości danej cechy w pokoleniu potomnym w porównaniu do populacji rodzicielskiej w wyniku prowadzonej selekcji”. Jest on odnoszony do skuteczności selekcji i określany współczynnikiem intensywności selekcji. Ma zastosowanie w procesie hodowlanym, natomiast nie ma bezpośredniego odniesienia do odmiany jako produktu hodowli (Szymczyk, 2004).

Określeniem lepiej wyrażającym efekty hodowli twórczej, polegające na poprawie ważnych gospodarczo cech rośliny uprawnej, jest postęp hodowlany. Ten zwrot jest najczęściej używany w literaturze polskiej i anglojęzycznej (breeding progress). Jest on definiowany jako „logiczna suma różnych elementów wartości gospodarczej i użytkowej (cech, właściwości), poprawionych w procesie hodowli twórczej, wnoszona sukcesywnie przez nowe odmiany do zarejestrowanych i stosowanych w uprawie zestawów odmianowych gatunków roślin uprawnych” (Szymczyk, 2006), albo jako „wszystkie nowe cechy użytkowe, bądź polepszenie cech posiadanych przez roślinę, wnoszone przez nowo wyhodowane rody i odmiany zgłoszone do doświadczeń przedrejestranych” (Mańkowski, 2009). Przytoczone dwie definicje dotyczą tego samego, ale mają różny zakres i przydatność. Ta pierwsza odnosi się do odmian nowo rejestrowanych na tle odmian wcześniej zarejestrowanych. Tak rozumiany postęp hodowlany jest zarazem przydatny dla rolniczej praktyki produkcyjnej. W drugiej definicji logicznie przyjęto, że pojawienie się nowej cechy lub poprawa danej cechy (cech) u nowego rodu hodowlanego jest postępowaniem hodowlanym pomimo, że może on być nie wpisany do rejestru odmian i dopuszczony do obrotu handlowego. Tak określany i oceniany postęp hodowlany może być przydatny hodowcom roślin, ale nie musi mieć praktycznego znaczenia rolniczego.

Ocena postępu hodowlanego roślin uprawnych jest potrzebna, ponieważ jest on zgodnie uznawany za wysoce skuteczny, stosunkowo tani czynnik wzrostu produkcji roślinnej i poprawy jakości produktów roślinnych (Szymczyk, 1973; Runowski, 1997; Duczmał, 2003; Malepszy, 2004). Mackay i in. (2011) wykazali, że w Wielkiej Brytanii zwiększenie plonów zbóż od 1982 roku wynika co najmniej w 88% z poprawy genetycznej odmian. Istnieje wiele metod oceny postępu hodowlanego roślin uprawnych, a ich przeglądu dokonali m.in. Krzymuski (1991), Krzymuski i in. (1993), Arseniuk i in. (2003), Szymczyk (2006), Mańkowski (2009). Doszli oni do wniosku, że każda z dotychczas stosowanych metod ma zalety, ale też istotne wady i ograniczenia. Konkludując taki wniosek Szymczyk (2006) twierdzi, że „mimo wielu podejmowanych prób, praktycznie nie udało się opracować uniwersalnych, a zarazem prostych metod, które umożliwiłyby dokonywanie całościowych szacunków efektywności hodowli”. Podobny pogląd wyrażają Arseniuk i in. (2003) twierdząc, że „nie ma jednoznacznej miary, którą można zmierzyć efekt postępu biologicznego”, a zwłaszcza „znaleźć uniwersalną miarę wspólną dla różnych gatunków”.

Należy jednak zauważyć metodę jaką zastosował Kaczyński (2011). Wykonał on serię doświadczeń z 10 odmianami pszenicy ozimej, wyhodowanymi w różnych okresach (między rokiem 1912 a 1989) na 3 poziomach agrotechniki. Dane z tych doświadczeń posłużyły do oceny postępu hodowlanego, pod względem plonowania i kilku innych cech użytkowych pszenicy, jaki miał miejsce w okresie 79 lat. Te wyniki są wielce wartościowe. Mankamentem metody jest jednak jej duża praco- i kosztowność oraz konieczność ograniczenia zakresu doświadczeń do niewielkiej liczby arbitralnie wybieranych odmian.

Brak skutecznych metod wynika z obiektywnych trudności oceny efektów hodowli roślin. Te trudności wynikają z:

- zwykle dużej zmienności cech roślin w kolejnych latach w reakcji na warunki meteorologiczne, co powoduje nieporównywalność danych z kolejnych lat;
- występowania interakcji genotypowo – środowiskowej odmian roślin, przez co postęp może ujawniać się w różnym stopniu w odmiennych warunkach przyrodniczych i agrotechnicznych;
- zmian w agrotechnice roślin, co utrudnia wydzielenie efektów postępu hodowlanego z całości efektów uprawy roślin;
- braku możliwości analiz porównawczych nowych odmian ze stałym wzorcem lub nawet ze wzorcem pomostowym (skreślenia odmian, zmiana ich właściwości w czasie), a zmiana wzorca zmienia także punkt odniesienia w ocenach odmian;
- pomiaru cech w różnych jednostkach miary (jednostki fizyczne, oceny bonitacyjne);
- konieczności posiadania pełnych i wiarygodnych danych z doświadczeń lub/i produkcji (rodzaj i zakres danych warunkuje możliwość i sposób oceny postępu).

Powyższe trudności sprawiają, że dotychczas oceny postępu hodowlanego były dokonywane zwykle tylko pod względem plonu danego gatunku rośliny uprawnej, a sporadycznie pod względem innych cech gospodarczych i udziału w postępie poszczególnych odmian.

Szczególnie trudne są wielocechowe oceny postępu hodowlanego, ponieważ brak jest obiektywnych kryteriów ustalania znaczenia poszczególnych cech w całościowej ocenie odmian. Różne też są kierunki użytkowania, kategorie wczesności, poziomy agrotechniki zmieniające te kryteria. W takim przypadku konieczny jest udział gremiów eksperckich.

Poszukiwanie nowych metod oceny postępu hodowlanego jest ciągle aktualne. To stanowiło inspirację do podjęcia takich prac, a w niniejszym artykule zawarto ich efekt jako propozycję nowej wskaźnikowej metody oceny postępu hodowlanego wnoszonego przez poszczególne odmiany. Przykład zastosowania metody do oceny odmian pszenżyta ozimego zawierają prace autora metody (Rudnicki, 2014 a, 2014,b).

METODA

Postulatami wyjściowymi do opracowania metody szacowania postępu hodowlanego były:

- możliwe powinno być dokonywanie oceny postępu wnoszonego przez poszczególne odmiany danego gatunku rośliny uprawnej;
- oceny postępu wnoszonego przez poszczególne odmiany powinny być możliwe po względnie krótkim czasie od ich zarejestrowania;
- metoda powinna umożliwiać ocenę postępu ujawniającego się w różnych cechach roślin danego gatunku, tak aby oceny te były porównywalne;

— powinno być możliwe dokonywanie oceny postępu hodowlanego na podstawie danych uzyskiwanych z systemu rutynowych doświadczeń odmianowych, tj. bez generowania dodatkowych kosztów.

Uznano, że postulaty takie może spełnić metoda polegająca na wyznaczaniu wskaźników postępu, wyrażonych liczbami niemianowanymi. Z kolei wiarygodnymi danymi źródłowymi do takiej oceny postępu hodowlanego w naszym kraju są wyniki doświadczeń rejestrowych i porejestrowych Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Dlatego szacunki postępu hodowlanego mogą być dokonywane w zakresie odmian znajdujących się w polskim rejestrze odmian, które podlegają wieloletnim badaniom.

Opracowano 4 wskaźniki postępu wnoszonego przez poszczególne odmiany, pod względem danej cechy:

- postępu hodowlanego wnoszonego przez odmianę (PHO);
- użytecznego postępu hodowlanego wnoszonego przez odmianę (UPHO);
- użytecznej trwałości odmiany (UTO);
- wartości odmiany pod względem danej cechy (WOC).

Powyższe wskaźniki dla danej cechy są wyznaczone po przekształceniu jej wartości rzeczywistych według wzoru:

$$x_{ij} = \bar{C}_3 + (c_{ij} - \bar{c}_j) \quad (1)$$

gdzie: x_{ij} — przekształcona wartość cechy i -tej odmiany w j -tym roku; c_{ij} — rzeczywista wartość cechy i -tej odmiany w j -tym roku; \bar{c}_j — średnia wartość cechy wszystkich odmian występujących w j -tym roku; \bar{C}_3 — średnia wartość cechy z 3 pierwszych lat uwzględnionych w analizie.

Takie przekształcenie normalizuje dane sprowadzając je do porównywalnych wartości poprzez eliminację różnic między latami, ale z zachowaniem różnic między odmianami w poszczególnych latach. Znormalizowane dane nie zniekształcają efektów odmianowych, a przez dodanie wartości średniej cechy z 3 pierwszych lat objętych analizą wszystkie mają wartości dodatnie. Uznano, że średnia z 3 pierwszych lat badań wystarczająco charakteryzuje początkowy (wyjściowy) poziom cechy gatunku i ta wartość nie zmienia się wraz z uzupełnianiem zbioru danych z kolejnych lat. Przykład normalizacji danych zawiera tabela 1. Po normalizacji plony średnie we wszystkich latach są takie same, natomiast różnice plonów normalizowanych między odmianami w poszczególnych latach są identyczne jak przed normalizacją. Taka normalizacja danych pozwala porównywać odmiany między sobą bez zakłócającego wpływu wahań danej cechy w latach. Pozwala także wyznaczać wskaźniki ilorazowe cechy, ponieważ wartości cechy są sprowadzone do jednakowego rzędu wielkości we wszystkich latach objętych analizą.

Wyznaczając wskaźnik postępu hodowlanego wnoszonego przez daną odmianę (PHO) przyjęto, że odmiana wnosi taki postęp jeśli wartość danej cechy tej odmiany, w 4 pierwszych latach jej badania, jest większa (korzystniejsza) niż wartość tej cechy u najlepszej odmiany, wśród wcześniej zarejestrowanych, w tych samych 4 latach. Wskaźnik wyznaczono wg wzoru:

$$PHO_i = \frac{\sum_{l=1}^4 x_{il}}{\sum_{l=1}^4 xn_l} \quad (2)$$

gdzie: PHO_i — wskaźnik postępu hodowlanego wnoszonego przez i -tą odmianę; $x_{i,l}$ — normalizowana wartość cechy i -tej odmiany w l -tym roku; xn_l — normalizowana wartość cechy odmiany najlepszej pod względem tej cechy, wcześniej zarejestrowanej niż i -ta odmiana w l -tym roku; l — indeks lat badań i -tej odmiany.

Odmianą najlepszą wcześniej zarejestrowaną (xn) jest jedna odmiana, ta która w okresie 4 porównywalnych lat jest najlepsza spośród wszystkich odmian wcześniej rejestrowanych niż odmiana dla której wyliczany jest wskaźnik PHO. Wskaźnik PHO oscyluje wokół wartości 1,0. Gdy jest większy od tej wartości to świadczy o postępie hodowlanym wnoszonym przez daną odmianę, a gdy jest mniejszy lub równy 1,0 to wskazuje na brak takiego postępu.

Tabela 1

Rzeczywiste (dt·ha⁻¹) i normalizowane plony ziarna 10 odmian pszenżyta ozimego w latach 1982–1988
Real (dt·ha⁻¹) and normalized yields of grain of 10 cultivars of the winter triticale in years 1982–1988

Odmiana Cultivar	Rok rejestracji Year of registration	Rok oceny plonu Year of yield evaluation						
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Dane rzeczywiste — plony (dt·ha ⁻¹) Real data — yields (dt·ha ⁻¹)								
Lasko	1982	31,0	55,2	54,7	47,3	55,7	56,4	59,5
Grado	1984	47,0	59,1	55,8	50,8	56,2	53,2	55,3
Dagro	1985		60,4	57,4	50,8	58,3	55,1	54,1
Bolero	1986			57,4	51,8	55,7	55,4	57,8
Largo	1986			54,7	49,3	55,0	53,0	53,4
Malno	1987				51,8	59,5	58,5	57,5
Ugo	1988					62,4	62,5	60,1
Presto	1989						59,9	60,1
Almo	1989						60,0	60,6
Moniko	1990							59,8
Srednia — Average		39,0	58,2	56,0	50,3	57,5	57,1	57,8
s*		—	2,71	1,36	1,73	2,68	3,29	2,68
Dane normalizowane Normalised data								
Lasko	1982	43,1	48,0	49,8	48,1	49,2	50,4	52,8
Grado	1984	59,1	51,9	50,9	51,6	49,7	47,2	48,6
Dagro	1985		53,2	52,5	51,6	51,8	49,1	47,4
Bolero	1986			52,5	52,6	49,2	49,4	51,1
Largo	1986			49,8	50,1	48,5	47,0	46,7
Malno	1987				52,6	53,0	52,5	50,8
Ugo	1988					55,9	56,5	53,4
Presto	1989						53,9	53,4
Almo	1989						54,0	53,9
Moniko	1990							53,1
Srednia — Average		51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1
s*		—	2,71	1,36	1,73	2,68	3,29	2,68

* s — Odchylenie standardowe; Standard deviation

Przykład 1:

Wyznaczany jest wskaźnik postępu hodowlanego (PHO) jaki wniosła odmiana pszenżyta ozimego ‘Malno’ pod względem plonu ziarna. Plon tej odmiany był oceniany począwszy od 1985 roku (tab. 2). Średni normalizowany jej plon z pierwszych 4 lat (1985–1988) wyniósł 52,2 dt·ha⁻¹, a suma plonów z tych lat 208,9 dt·ha⁻¹. Średni plon odmiany najlepszej wcześniej zarejestrowanej (‘Bolero’) wyniósł, w tych samych latach, 50,6 dt·ha⁻¹, a suma plonów 202,3 dt·ha⁻¹. Wskaźnik PHO można wyliczać na sumach z 4 lat (jak we wzorze 2), lub na średnich wartościach cechy z tych lat, uzyskując ten sam wynik. Stąd PHO dla odmiany ‘Malno’ wynosi:

$$PHO_{Malno} = \frac{208,9}{202,3} = 1,03 \quad \text{lub} \quad PHO_{Malno} = \frac{52,2}{50,6} = 1,03$$

Wartość PHO>1,0 wskazuje, że odmiana ‘Malno’ wniosła postęp w zakresie plonowania w porównaniu z najlepszą (a zatem każdą) odmianą wcześniej od niej zarejestrowaną.

Jako użyteczny postęp hodowlany wnoszony przez odmianę (UPHO) przyjęto poprawę danej cechy u ocenianej odmiany w porównaniu do średniej wartości tej cechy u wszystkich odmian wcześniej wpisanych do krajowego rejestru odmian roślin uprawnych, w porównywalnych latach. Uznano, że odmiana wnosi użyteczny gospodarczo postęp, pod względem danej cechy gdy, w 4 pierwszych latach jej badania, jest lepsza od średniej wartości tej cechy u odmian starszych. Dlatego wskaźnik UPHO jest wyznaczany przez porównanie wartości danej cechy odmiany ocenianej i średniej wartości tej cechy u wszystkich odmian wcześniej rejestrowanych uczestniczących w doświadczeniach. Wskaźnik UPHO, podobnie jak PHO, można wyliczać na sumach z 4 lat (wzór 3), lub na średnich wartościach cechy z tych lat.

$$UPHO_i = \frac{\sum_{l=1}^4 x_{il}}{\sum_{l=1}^4 \bar{x}w_l} \quad (3)$$

gdzie: UPHO_i — wskaźnik użytecznego postępu hodowlanego wnoszonego przez *i*-tą odmianę; $\bar{x}w$ — średnia wartość cechy u wszystkich odmian zarejestrowanych wcześniej niż *i*-ta odmiana w porównywalnych latach; x_{il} — jak we wzorze 2.

Tabela 2

Normalizowane plony ziarna 6 odmian pszenżyta ozimego w latach 1985–1988
Normalised grain yields of 6 cultivars of the winter triticale in years 1985–1988

Odmiana Cultivar	Rok rejestracji Year of registration	Rok oceny plonu Year of yield evaluation				Suma Sum	Średnia Average
		1985	1986	1987	1988		
Lasko	1982	48,1	49,2	50,4	52,8	200,5	50,1
Grado	1984	51,6	49,7	47,2	48,6	197,1	49,3
Dagro	1985	51,6	51,8	49,1	47,4	199,9	50,0
Bolero	1986	52,6	49,2	49,4	51,1	202,3	50,6
Largo	1986	50,1	48,5	47,0	46,7	192,3	48,1
Malno	1987	52,6	53,0	52,5	50,8	208,9	52,2

Przykład 2:

Wyznaczony jest wskaźnik UPHO dla odmiany ‘Malno’, na podstawie danych z tabeli 2. Średni normalizowany jej plon z 4 lat (1985–1988) wyniósł 52,2 dt·ha⁻¹. Średni plon odmian wcześniej zarejestrowanych, w tych samych 4 latach, wyniósł 49,6 dt·ha⁻¹. Stąd UPHO dla odmiany ‘Malno’ wynosi:

$$UPHO_{Malno} = \frac{52,2}{49,6} = 1,05$$

Wniosek: Odmiana ‘Malno’, pod względem plonowania, wniosła postęp użyteczny gospodarczo.

Jako użytecznie trwałą przyjęto odmianę, która w latach jej użytkowania (badań) jest lepsza, pod względem danej cechy, od średniej wartości tej cechy u wszystkich pozostałych odmian (starszych i nowszych) w porównywalnych latach. Przyjęto też, że wskaźnik UTO można wyznaczać gdy dana odmiana jest badana, pod względem danej cechy, co najmniej przez 5 lat.

Wskaźnik UTO dla danej odmiany wyliczany jest w następujących krokach:

1. Obliczenia średnich wartości cechy wszystkich odmian badanych w poszczególnych latach, z wyłączeniem z tej średniej odmiany dla której wyliczany jest wskaźnik UTO:

$$\bar{x}p_l = \frac{1}{n_l - 1} \cdot [(\sum_{i=1}^{n_l} x_{il}) - x_{ol}] \quad (4)$$

gdzie: $\bar{x}p_l$ — średnia wartość normalizowanej cechy wszystkich odmian w l-tym roku z wyłączeniem z tej średniej odmiany ocenianej; x_{il} — normalizowana wartość cechy i-tej odmiany w l-tym roku; n_l — liczba odmian w l-tym roku; x_{ol} — normalizowana wartość cechy odmiany ocenianej w l-tym roku; l — indeks lat badań i-tej odmiany (1, 2, 3...).

2. Obliczenia wskaźnika q w poszczególnych latach:

$$q_{il} = \frac{x_{il}}{\bar{x}p_l} \quad (5)$$

gdzie: q_{il} — iloraz normalizowanych wartości cechy i-tej odmiany ocenianej i średniej wartości cechy pozostałych odmian w l-tym roku; pozostałe oznaczenia jak we wzorze nr 4.

3. Obliczenie sumy wskaźników q z wszystkich lat badań i-tej ocenianej odmiany (sq_i):

$$sq_i = \sum_{l=1}^{L_i} q_{il} \quad (6)$$

gdzie: L_i — liczba lat badań ocenianej i-tej odmiany.

4. Obliczenia sumy wskaźników q z lat, w których ich wartość dla ocenianej odmiany jest większa od 1,0 ($sq1_i$):

$$sq1_i = \sum_{k=1}^{L1_i} q_{ik} \quad (7)$$

gdzie: $L1_i$ — liczba lat w których wskaźnik q jest większy od 1,0; k — indeks lat w których wartość q dla ocenianej odmiany jest większa od 1,0.

5. Wyznaczanie szacowanej liczby lat użytecznej trwałości ocenianej i-tej odmiany (LT_i):

$$LT_i = \frac{sq_i \cdot sq1_i}{L_i} \quad (8)$$

6. Wyznaczanie wskaźnika 5-letniej użytecznej trwałości ocenianej i-tej odmiany (UTO_i):

$$UTO_i = LT_i \div 5 \quad (9)$$

Przykład 3:

Oceniana jest użyteczna trwałość odmiany ‘Malno’ pod względem plonów ziarna. Odmiana ta była badana w doświadczeniach COBORU przez 15 lat (1985–1999). Jej normalizowane plony w tych latach i normalizowane plony średnie pozostałych odmian, w analogicznych latach zawiera tabela 3. Suma wskaźników q dla tej odmiany wynosi $sq = 14,566$, suma wskaźników q z 4 lat (1985, 1986, 1987, 1989), w których były one większe od 1,0, wynosi $sq1 = 4,101$. Na podstawie wartości sq , $sq1$ i liczby lat badań odmiany (L) szacowana jest liczba lat użytecznej trwałości (LT) odmiany ‘Malno’:

$$LT_{Malno} = \frac{14,566 \cdot 4,101}{15} = 4,0$$

Wskaźnik użytecznej 5-letniej trwałości (UTO) odmiany ‘Malno’ wynosi:

$$UTO_{Malno} = 4,0 / 5 = 0,80.$$

Wnioski: Odmiana ‘Malno’ wniosła wprawdzie postęp hodowlany ($PHO = 1,03$) i użyteczny postęp hodowlany ($UPHO = 1,05$), ale trwałość tego postępu była mała ($UTO = 0,80$) i w okresie 15 lat badań tej odmiany tylko przez 4 lata jej plonowanie było lepsze niż średnio pozostałych odmian. Ta niska trwałość wynika z wprowadzenia do rejestru i badań, w następnych latach, odmian lepiej od niej plonujących, np. ‘Ugo’, ‘Presto’, ‘Bogo’, ‘Marko’, ‘Lamberto’. Małą trwałość odmiany ‘Malno’ potwierdza także trend jej rzeczywistych plonów w latach 1985–1999, który jest wprawdzie dodatni ($0,7 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$), zapewne skutek postępu agrotechnicznego i warunków atmosferycznych, ale wyraźnie mniejszy niż pozostałych odmian ($1,27 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) w tych samych latach.

Tabela 3

Szacowanie wskaźnika użytecznej trwałości plonowania (UTO) pszenżyta ozimego odmiany ‘Malno’
Calculation of the indicator of useful durability of yielding (the UTO) of the winter triticale of variety ‘Malno’

Rok Year	Plon odmian* Yields of cultivars		Iloraz (q_{ii}) Quotient (q_{ii})
	‘Malno’	pozostałych — others	
1985	53,78	51,98	1,035
1986	53,91	52,05	1,036
1987	53,51	52,15	1,026
1988	51,96	52,32	0,993
1989	52,50	52,26	1,005
1990	52,28	52,28	1,000
1991	51,82	52,33	0,990
1992	52,20	52,29	0,998
1993	51,06	52,40	0,974
1994	51,18	52,37	0,977
1995	48,89	52,54	0,930
1996	48,66	52,54	0,926
1997	46,98	52,59	0,893
1998	45,94	52,58	0,874
1999	47,67	52,50	0,908
Suma; Sum	—	—	14,566
Suma; Sum >1,0	—	—	4,101
$LT_{Malno} = 14,566 \cdot 4,101 / 15 = 4,0$		$UTO_{Malno} = 4,0 / 5 = 0,80$	

* Plony normalizowane; Normalised yields

Wskaźnik wartości odmiany pod względem danej cechy (WOC), jest wyznaczany jako średnia postępu hodowlanego (PHO), użytecznego postępu hodowlanego (UPHO) i użytecznej jej trwałości (UTO). Wskaźnik ten syntetycznie charakteryzuje wartość odmiany pod względem danej cechy, ponieważ odmiana może wnosić postęp, ale jest on nietrwały (jak w przypadku odmiany 'Malno') lub odwrotnie. Dla odmiany 'Malno' wskaźnik WOC wynosi:

$$WOC_{\text{Malno}} = (1,03 + 1,05 + 0,80)/3 = 0,96.$$

OMÓWIENIE METODY

Proponowana metoda pozwala poznać efekty hodowli roślin, których nośnikami są odmiany. Wskaźnikowy sposób wyrażenia tych efektów pozwala ją stosować do oceny postępu ujawniającego się (lub nie) w różnych cechach mierzalnych, w tym średnich wartości z wielu ocen bonitacyjnych. Konstrukcja tych wskaźników uwalnia ich wartości od zmienności danej cechy w latach badań, poprzez przyjęty sposób normalizacji danych (wzór nr 1). Ma to zasadnicze znaczenie przy wyznaczaniu wskaźników ilorazowych, ponieważ wartość ilorazu zależy w dużym stopniu od wartości dzielnika. Toteż po normalizacji dane z wszystkich lat objętych analizą mają podobny rząd wielkości dzielników i dzielników. Ten rząd wielkości nie zmienia się także gdy zbiór danych jest powiększany poprzez uwzględnienie następnych lat badań.

Opracowując wskaźniki dążono do ich porównywalności, pomimo różnych lat badań poszczególnych odmian i różnej liczby lat ich badania. W przypadku wyznaczenia wskaźników PHO i UPHO uzyskano to poprzez przyjęcie stałej liczby danych normalizowanych z 4 pierwszych lat badań ocenianej odmiany. Wartości tych wskaźników oscylują wokół 1,0, większe od 1,0 wskazują na wnoszony przez daną odmianę postęp, a mniejsze od 1,0 na brak takiego postępu. Mnożąc te wskaźniki przez 100 i odejmując 100 uzyskuje się wynik wyrażony w procencie.

Wskaźnik użytecznej trwałości danej odmiany (UTO) jest wyznaczany na podstawie całego okresu, w którym była ona badana. Uznano jednak 5 lat badań danej odmiany jako minimalnie konieczny do oceny jej trwałości. Konstruując ten wskaźnik przyjęto, że odmiana jest trwała jeśli w latach, w których jest ona użytkowana (badana) wartością przedmiotowej cechy przewyższa ona średnie wartości tej cechy pozostałych odmian badanych w tych latach. Jest to odpowiedź na pytanie: czy i w jakim stopniu dana odmiana jest konkurencyjna względem innych odmian, zarówno wcześniej jak i później od niej rejestrowanych? Wyliczony wskaźnik użytecznej trwałości odmiany (UTO) przyjmuje wartości od zera wzwyż. Wartość zerową ma on wówczas, gdy pod względem cechy dana odmiana w żadnym roku nie jest lepsza od średniej wartości tej cechy u pozostałych odmian. Wskaźnik UTO przyjmuje wartość 1,00 jeśli dana odmiana przez 5 lat jej użytkowania (badania) dorównuje średniej wartości tej cechy u pozostałych odmian, a wartość powyżej 1,00 gdy ponad 5 lat jest lepsza od pozostałych. Ponieważ wskaźnik UTO wyraża 5-letnią trwałość danej odmiany, to jego wartość mnożona przez 5 wyznacza oszacowaną liczbę lat użytecznej trwałości danej odmiany (LT). Jest to liczba lat, spośród

wszystkich lat badań odmiany, w których dana odmiana jest lepsza od średniej wartości danej cechy u pozostałych odmian, w tych samych latach.

W danej analizie, obejmującej określoną liczbę lat, wskaźniki postępu hodowlanego (PHO) oraz użytecznego postępu hodowlanego (UPHO), wyznaczone po 4 latach badań danej odmiany, są niezmiennie niezależnie od liczby dalszych lat badań tej odmiany. Wskaźnik użytecznej trwałości odmiany (UTO) także ma wartość stałą dla odmian, które zostały skreślone z rejestru odmian i/lub zaprzestano dalszego ich badania. W przypadku natomiast odmian, które są nadal użytkowane i badane może się on zmieniać wraz z uwzględnianiem danych z następnymi latami. W takim przypadku jego przydatność polega na informacji o dotychczasowej trwałości odmiany i może sugerować celowość jej dalszego badania (gdy po 5 latach badań wskaźnik UTO jest większy niż 1,0 lub bliski tej wartości), albo rezygnacji z dalszych badań (gdy UTO jest znacznie mniejszy od 1,0).

Proponowana metoda spełnia zakładane postulaty. Pozwala wskazać odmiany cenne użytkowo pod względem danej cechy (wskaźnik WOC). Wykonanie analizy dla różnych cech pozwala poznać wielkość postępu wnoszonego przez odmianę w poszczególnych cechach i te wartości wskaźników postępu (lub jego braku) są porównywalne. Takie informacje mogą być przydatne gremiom eksperckim do wielo cechowej oceny odmian, na przykład przy ustalaniu list odmian danego gatunku rośliny uprawnej zalecanych do uprawy. Ocena odmiany jest możliwa po względnie krótkim czasie od jej zarejestrowania, zwłaszcza wówczas gdy wykorzystane są dane z badań rejestrowych (zwykle 2 lata) i porejestrowych. W takim przypadku ocena następuje po 2-3 latach od wpisania odmiany do rejestru.

Należy zauważyć, że wskaźniki PHO, UPHO, UTO, WOC charakteryzują wnoszony postęp hodowlany i wartość użytkową danej odmiany w określonym czasie. Wraz z rejestrowaniem nowych odmian, zwłaszcza lepszych pod względem danej cechy, zmienia się wartość tej cechy jako punktu odniesienia dla odmian rejestrowanych w późniejszych latach. Toteż wraz z postępującą poprawą cechy coraz trudniejsze jest uzyskiwanie dużego postępu hodowlanego w dalszych latach.

Dotychczasowe metody indeksowej oceny postępu wnoszonego przez odmiany rośliny uprawnej (Feyerherm i in., 1984; Silvey, 1986; Oleksiak, 2002; Oleksiak i in., 2004; Mańkowski, 2009) polegają zwykle na porównaniach plonów poszczególnych odmian z wzorcami (stałym, zbiorowym lub pomostowym), niekiedy ważonymi jeszcze udziałem poszczególnych odmian w produkcji. Utworzenie jednak uniwersalnego wzorca jest trudne i często obarczone arbitralnością. W proponowanej natomiast metodzie wzorce są zbędne, a zastępuje je zastosowana normalizacja danych (wzór nr 1), eliminująca ich wahania w latach z zachowaniem rzeczywistych efektów odmianowych. Proponowana metoda pozwala też wyznaczać wskaźniki postępu wnoszonego przez odmiany na różnych poziomach agrotechniki, z zachowaniem ich porównywalności. W odniesieniu do bardziej sformalizowanych statystycznych metod oceny postępu hodowlanego, opartych zwykle na regresji prostej, krzywoliniowej lub wielokrotnej (Krzymuski i Laudański, 1996; Mackay, 2011; Ustun i in., 2001; Trethowan i in., 2002), zaletą niniejszej metody jest możliwość jej stosowania zarówno dla dużych zbiorów danych źródłowych (np. kilkadziesiąt lat

i kilkadziesiąt odmian), jak i dla zbiorów mało licznych (kilka lat i kilka odmian), a także prosty sposób wyznaczania wskaźników postępu.

Obliczenia proponowanych wskaźników do oceny odmian roślin uprawnych, po opracowaniu programu komputerowego lub przy użyciu arkusza kalkulacyjnego, nie nastręczają trudności. Pracochłonne jest tylko zgromadzenie, uporządkowanie i opracowanie danych do obliczeń. Opracowanie danych polega często na konieczności sprowadzenia danych do porównywalnych wartości. Tak jest na przykład gdy dane pochodzą z osobno prowadzonych doświadczeń rejestrowych i porejestrowych. Wówczas poprzez wzorce trzeba je przeliczać na wartości porównywalne. Takie przeliczenia są konieczne gdy dana cecha jest wyrażana w różnych jednostkach miary, np. mrozoodporność w punktach skali lub w procencie roślin żywych. Dane źródłowe cechy trzeba też ujmować jako stymulanty.

LITERATURA

- Arseniuk E., Krzymuski J., Martyniak J., Oleksiak T. 2003. Historia hodowli i nasiennictwa na ziemiach polskich. Wyd. ProDruk, Poznań.
- Duczmal K. W. 2003. Wykorzystanie postępu odmianowego w krajowym rolnictwie. *Post. Nauk Rol.* 6: 105 — 113.
- Feyerherm A. M., Paulsen G. M., Sebaugh J. L. 1984. Contribution of genetic improvement to recent wheat field increases in the USA. *Agronomy J.* 76: 985 — 990.
- Kaczyński L. 2011. Pszenica ozima. Ocena postępu hodowlanego dokonanej w Polsce w XX wieku. Część I. *Wiad. Odmianozn.*, z. 87, COBORU Słupia Wielka.
- Kamasa J. 1986. Postęp odmianowy ziemniaka w Polsce. *Wiad. Odmianozn.*, z. 18, COBORU Słupia Wielka.
- Krzymski J. 1989. Potencjalna i rzeczywista efektywność postępu biologicznego w produkcji zbóż w Polsce. *Biul. IHAR*, 171–172: 29 — 38.
- Krzymski J. 1991 a. Postęp odmianowy w produkcji zbóż w Polsce. Cz. I - VI. *Biul. IHAR* 177: 3 — 8.
- Krzymski J. 1991 b. Postęp w hodowli odmian i jego wykorzystanie w produkcji. Cz. I. Zboża, okopowe, oleiste. *Biul. IHAR* 180: 65 — 73.
- Krzymski J., Laudański Z. 1996. Ilościowe wskaźniki postępu genetycznego pszenicy ozimej i żyta. *Biul. IHAR* 200: 47 — 52.
- Krzymski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Metody oceny postępu genetycznego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 223: 49 — 56.
- Mackay I., Horwell A., Garner J., White J., Mckee J., Philpott H. 2011. Reanalyses of the historical series of UK variety trials to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yield over time. *Theor. Appl. Gen.* 122 (1): 225 — 238.
- Malepszy S. 2004. Rola postępu biologicznego w produkcji roślinnej. *Post. Nauk Rol.* 3: 53 — 63.
- Mańkowski D. 2009. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Cz. I. Przegląd ilościowych metod oceny postępu hodowlanego i odmianowego. *Biul. IHAR* 251:153 — 173.
- Oleksiak T. 2002. Efekty hodowli pszenicy ozimej. I. Zmiany potencjału plonowania odmian. *Biul. IHAR* 223/224: 67 — 75.
- Oleksiak T., Mańkowski D. R., Laudański Z. 2004. Metoda oceny postępu hodowlanego w warunkach produkcyjnych. *Colloquium Biometr.* 34 a: 109 — 121.
- Rudnicki F. 2014 a. Postęp hodowlany pszenżyta ozimego w latach 1982–2012. I. Plon i niektóre cechy ziarna. *Biul. IHAR* 273: 17 — 33.
- Rudnicki F. 2014 b. Postęp hodowlany pszenżyta ozimego w latach 1982–2012. II. Odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne. *Biul. IHAR* 273: 35 — 53.
- Runowski H. 1997. Postęp biologiczny w rolnictwie. Wyd. SGGW, Warszawa.

- Silvey V. 1986. The contribution of new varieties to cereal yields in England and Wales between 1947 and 1983. *J. Natn. Inst. Agric. Bot.* 17: 155 — 168.
- Szymczyk R. 1973. Ruch odmianowy i próba oceny postępu w hodowli jęczmienia jarego w Polsce w latach 1956–1971. *Biul. Oceny Odmian* 4:113 — 123.
- Szymczyk R. 2004. Efektywność hodowli roślin i jej znaczenie dla produkcji rolniczej. *Wiad. Odmianozn.*, z. 79, COBORU Słupia Wielka.
- Szymczyk R. 2006. Odmianoznawstwo i ocena odmian. PWRiL, Poznań.
- Trethowan R. M., van Ginkel M., Rajaram S. 2002. Progress in breeding wheat for field and adaptation in global drought affected environments. *Crop Sci.* 42: 1441 — 1446.
- Ustun A., Allen F. L., English B. C. 2001. Genetic progress in soybean of the U.S. Midsouth. *Crop Sci.* 41: 993 — 998.