

# Spis treści

<b>Przedmowa</b>	<b>XIII</b>
<b>Podziękowania</b>	<b>XV</b>
<b>Wykaz wybranych akronimów</b>	<b>XVII</b>
<b>1. Uwarunkowania hodowli zwierząt</b>	<b>1</b>
1.1. Przesłanki społeczno-ekonomiczne rozwoju hodowli	1
1.2. Początki, rozwój wiedzy i efekty doskonalenia	6
1.2.1. Pierwsze metody i pierwsi hodowcy	6
1.2.2. Osiągnięcia doskonalenia zwierząt	9
1.2.3. Inne skutki hodowli zwierząt	10
1.3. Współczesne wyzwania hodowli zrównoważonej	11
1.3.1. Zrównoważony rozwój	11
1.3.2. Ekonomia	14
1.3.3. Środowisko	14
1.3.4. Społeczeństwo	16
1.3.5. Hodowla zrównoważona	17
<b>2. Podstawy genetycznego doskonalenia zwierząt</b>	<b>23</b>
2.1. Podstawy dziedziczenia	23
2.1.1. Nośniki informacji genetycznej	23
2.1.2. Przekazywanie kodu genetycznego	24
2.1.3. Powstawanie nowych organizmów	29
2.1.4. Współdziałanie alleli i dziedziczenie	30
2.1.5. Rodzice a potomstwo	31
2.1.6. Inne zjawiska tłumaczące mechanizm dziedziczenia	34
2.1.7. Zmiana frekwencji alleli	35
2.1.7.1. Dryf genetyczny	35
2.1.7.2. Mutacje	36
2.1.7.3. Migracje	36
2.1.8. Selekcja naturalna	36
2.1.9. Genom i markery genetyczne	37

<b>2.2. Cechy i ich podziały</b>	<b>40</b>
2.2.1. Cechy zwierząt gospodarskich	40
2.2.2. Zmienność cech	41
2.2.3. Podstawowe składowe zmienności	47
2.2.4. Zależności między genotypem, środowiskiem a fenotypem	49
2.2.5. Odziedziczalność	51
2.2.6. Inne składowe zmienności	56
2.2.7. Szacowanie wskaźnika odziedziczalności	58
2.2.8. Błąd oszacowania wskaźnika odziedziczalności	64
2.2.9. Zależności między cechami	65
2.2.10. Szacowanie współczynnika korelacji genetycznej	69
2.2.11. Błąd szacowania współczynnika korelacji genetycznej	71
2.2.12. Powtarzalność	71
2.2.13. Szacowanie współczynnika powtarzalności	73
2.2.14. Cechy i ich parametry w populacji	75
<b>2.3. Genetyczne podobieństwo zwierząt i kojarzenie w czystości rasy</b>	<b>80</b>
2.3.1. Rodowody i pokrewieństwo	80
2.3.2. Inbred	84
2.3.3. Obliczanie współczynnika inbredu	87
2.3.4. Skutki inbredu	88
2.3.5. Spokrewnienie	91
2.3.6. Obliczanie wielkości spokrewnienia addytywnego	93
2.3.7. Macierz spokrewnień addytywnych	95
2.3.8. Outbred	97
2.3.9. Inbred i spokrewnienie molekularne	98
2.3.10. Inbred stary i nowy	101
2.3.11. Inbred w populacjach niepodlegających selekcji	102
<b>2.4. Podstawy selekcji i jej konsekwencje</b>	<b>103</b>
2.4.1. Podstawy selekcji	103
2.4.2. Różnica selekcyjna i reakcja na selekcję	105
2.4.3. Ostrość selekcji i odstęp międzypokoleniowy	108
2.4.4. Dokładność selekcji	112
2.4.5. Rodzaje selekcji na cechy ilościowe	115
2.4.6. Addytywne genetyczne odchylenie standardowe	118
2.4.7. Skutki selekcji	118
2.4.8. Skorelowana reakcja na selekcję	122
<b>2.5. Wartość hodowlana i jej dokładność</b>	<b>124</b>
2.5.1. Pojęcie wartości hodowlanej	124
2.5.2. Szacowanie wpływów alleli	124
2.5.3. Podstawowe własności ocen wartości hodowlanej	130
2.5.4. Podstawy oceny wartości hodowlanej	132

---

2.5.5.	Indeks rodowodowy a indeks rodzicielski	134
2.5.6.	Oczekiwana wartość użytkowa potomstwa	136
2.5.7.	Dokładność selekcji opartej na fenotypie własnym	139
2.5.8.	Znaczenie informacji od krewnych	140
2.5.9.	Indeks selekcyjny	142
2.5.10.	Obliczanie wag indeksu selekcyjnego	145
2.5.11.	Rodzaje indeksów selekcyjnych	148
2.5.11.1.	Klasyczny indeks selekcyjny	149
2.5.11.2.	Indeks ekonomiczny	149
2.5.11.3.	Indeks syntetyczny	149
2.5.11.4.	Indeks zbiorczy	149
2.5.12.	Dokładność indeksu selekcyjnego	150
2.5.13.	Czynniki warunkujące dokładność konwencjonalnych wartości hodowlanych	158
2.5.14.	Zmienność ocen wartości hodowlanej	159
2.5.15.	Zmienność wartości hodowlanych potomstwa	163
<b>2.6.</b>	<b>Ocena wartości hodowlanej</b>	<b>164</b>
2.6.1.	Początki oceny wartości hodowlanej	164
2.6.2.	Eliminacja wpływów niegenetycznych	165
2.6.3.	Definiowanie grup jednoczesnego porównania	168
2.6.4.	Stacje testowe	171
2.6.5.	Metoda BLUP	171
2.6.6.	Źródła informacji w metodzie BLUP	177
2.6.6.1.	Ocena na potomstwie	178
2.6.6.2.	Ocena z udziałem krewnych bocznych	179
2.6.7.	Selekcja z udziałem BLUP	180
2.6.8.	Modele oceny wartości hodowlanej	182
2.6.8.1.	Modele wielo cechowe	182
2.6.8.2.	Modele powtarzalnościowe i z losowymi regresjami	184
2.6.8.3.	Modele z efektami matczynymi	185
2.6.8.4.	Grupy nieznanych rodziców	185
2.6.8.5.	Modele oceny wielorasowej	186
2.6.8.6.	Uwzględnianie inbrodu w czasie oceny wartości hodowlanej	186
2.6.8.7.	Ocena przy dużej ilości informacji	187
2.6.9.	Ocena komponentów wariancji dla złożonych modeli	187
<b>2.7.</b>	<b>Ekonomika w hodowli zwierząt</b>	<b>188</b>
2.7.1.	Źródła kosztów i zysków w hodowli	188
2.7.2.	Uwzględnianie ekonomiki w celu hodowlanym	190
2.7.3.	Indeks ekonomiczny	191
2.7.4.	Wyznaczanie wag indeksu ekonomicznego	192
2.7.5.	Indeks ekonomiczny na bazie wartości hodowlanych	194

<b>2.8. Selekcja i sposoby jej prowadzenia</b>	<b>194</b>
2.8.1. Uwarunkowania prowadzenia selekcji	194
2.8.2. Selekcja na cechy ilościowe	196
2.8.3. Genetyczna różnica selekcyjna	199
2.8.4. Selekcja na cechy o prostym dziedziczeniu	200
2.8.5. Jednoczesne doskonalenie wielu cech	204
2.8.5.1. Selekcja z udziałem indeksów wielocechowych	204
2.8.5.2. Niezależne poziomy brakowania a indeksy selekcyjne	206
<b>2.9. Selekcja wspomagana markerami</b>	<b>208</b>
2.9.1. Założenia selekcji wspomaganej markerami	208
2.9.2. Genomowa wartość hodowlana	212
2.9.3. Obliczanie genomowej wartości hodowlanej	216
2.9.3.1. GBLUP	216
2.9.3.2. SNP-BLUP	217
2.9.3.3. Metoda jednego kroku	217
2.9.3.4. Inne aspekty oceny genomowej wartości hodowlanej	218
2.9.4. Walidacja oceny genomowej	219
2.9.5. Dokładność genomowej wartości hodowlanej	221
2.9.6. Optymalizacja oceny genomowej wartości hodowlanej	223
2.9.7. Pozyskiwanie genomowych wartości hodowlanych	224
2.9.7.1. Mikromacierze	224
2.9.7.2. Imputacja	225
2.9.7.3. Organizacja pobierania materiału genetycznego	225
2.9.8. Korzyści z genotypowania i skutki selekcji genomowej	227
2.9.8.1. Tempo postępu genetycznego	228
2.9.8.2. Zmiana dokładności oceny wartości hodowlanej	229
2.9.8.3. Ostrość selekcji	231
2.9.8.4. Skrócenie odstępu międzypokoleniowego	232
2.9.8.5. Wykorzystanie zmienności mendlowskiej	233
2.9.8.6. Wzrost zimbredowania	234
2.9.8.7. Doskonalenie nowych cech	234
2.9.8.8. Ścisła kontrola prowadzonych rodowodów	234
2.9.8.9. Dokładniejsze monitorowanie zmian w populacjach	235
2.9.8.10. Zmiana frekwencji alleli	235
2.9.8.11. Obniżanie zmienności genetycznej	235
2.9.8.12. Dobór do kojarzeń	236
2.9.8.13. Selekcja genomowa a małe populacje	236
2.9.8.14. Inne zmiany	238
2.9.9. Selekcja genomowa a zrównoważony rozwój	238
2.9.10. Utrzymanie oceny genomowej	239
2.9.11. Poszukiwanie QTL	240

---

2.9.12. Wykorzystanie sekwencji DNA w ocenie wartości hodowlanej	243
<b>2.10. Dobór do kojarzeń i krzyżowanie</b>	<b>244</b>
2.10.1. Rola doboru do kojarzeń	244
2.10.2. Dobór do kojarzeń a postęp genetyczny	245
2.10.3. Dobór do kojarzeń a zimbredowanie	247
2.10.4. Dobór do kojarzeń a wady genetyczne	248
2.10.5. Dobór do kojarzeń i selekcja	249
2.10.6. Krzyżowanie	249
2.10.6.1. Heterozja	249
2.10.6.2. Komplementarność populacji	251
2.10.6.3. Systemy krzyżowania	252
2.10.6.4. Krzyżowanie a rozpowszechnianie postępu genetycznego	253
2.10.7. Tworzenie nowych ras	253
2.10.7.1. Nowe rasy	253
2.10.7.2. Rasy syntetyczne	254
<b>2.11. Biotechniki rozrodu w doskonaleniu genetycznym</b>	<b>254</b>
2.11.1. Przesłanki do stosowania biotechnik rozrodu	254
2.11.2. Sztuczne unasiwienie	256
2.11.3. Przenoszenie i pozyskiwanie zarodków	258
2.11.4. Seksowanie nasienia i zarodków	260
2.11.5. Klonowanie	263
<b>2.12. Współpraca międzynarodowa w hodowli zwierząt</b>	<b>264</b>
2.12.1. Współpraca w zakresie kontroli użyteczności	265
2.12.2. Współpraca w zakresie oceny wartości hodowlanej	266
2.12.2.1. Podnoszenie jakości oceny wartości hodowlanej	266
2.12.2.2. Współdzielenie populacji referencyjnej	267
2.12.2.3. Międzynarodowa współpraca naukowa i organizacyjna	267
2.12.2.4. Współpraca w celu rozszerzania ocenianej populacji	268
2.12.3. Międzynarodowa ocena wartości hodowlanej	268
2.12.3.1. Interbull	268
2.12.3.2. Interbeef	271
2.12.3.3. Intergenomics	272
2.12.3.4. InterGenomics Holstein	272
2.12.3.5. Genomowe wartości hodowlane dla małych populacji	272
2.12.4. Jedno zwierzę – różne wartości hodowlane	272

<b>2.13. Interakcja genotyp–środowisko</b>	<b>274</b>
2.13.1. Perspektywa międzynarodowa	274
2.13.2. Perspektywa lokalna	276
<b>3. Programy hodowlane</b>	<b>279</b>
<b>3.1. Pojęcie programu hodowlanego</b>	<b>279</b>
<b>3.2. Strategie hodowlane</b>	<b>279</b>
3.2.1. Selekcja między rasami	281
3.2.2. Krzyżowanie	281
3.2.3. Selekcja w ramach ras	282
<b>3.3. Wybór strategii doskonalenia</b>	<b>282</b>
<b>3.4. Organizacja pracy hodowlanej</b>	<b>284</b>
<b>Ad I. Cel hodowlany</b>	<b>285</b>
1. Formułowanie celu hodowlanego	285
2. Doskonalone cechy	289
3. Rola czasu w programach hodowlanych	290
4. Liczba cech w programie hodowlanym	291
5. Indeksy ekonomiczne w praktyce	292
6. Tworzenie indeksów życzeniowych	294
7. Interpretacja wag w indeksach syntetycznych	296
8. Historia rozwoju celów hodowlanych na przykładzie bydła mlecznego	296
<b>Ad II. System gromadzenia danych (ocena wartości użytkowej)</b>	<b>300</b>
1. Zakres i sposób gromadzenia informacji	300
2. Nowe technologie	304
3. Wykorzystanie technologii sztucznej inteligencji	306
4. Jakość gromadzonych informacji	308
<b>Ad III. Metody i narzędzia oceny wartości hodowlanej</b>	<b>310</b>
1. Procedura oceny wartości hodowlanej	312
2. Wyrażanie wartości hodowlanej	314
3. Publikowanie wyników oceny wartości hodowlanej	318
4. Obciążenie oceny wartości hodowlanych	323
5. Ośrodki obliczeniowe	324
6. Utrzymanie i rozwój systemów oceny wartości hodowlanej	324
<b>Ad IV. Selekcja i dobór do kojarzeń</b>	<b>326</b>
1. Ścieżki selekcyjne	326
2. Hodowla zarodowa	328
3. Dobór do kojarzeń a selekcja	330
4. Optymalny udział przodków	335
5. Dobór do kojarzeń w praktyce	337
6. Genetyczne zarządzanie stadem	338
7. Komponenty warunkujące użytkowość mieszańców	339

---

8.	Szacowanie podstawowych komponentów warunkujących użytkowość mieszańców	341
9.	Przewidywanie użytkowości mieszańców	343
10.	Systemy krzyżowania	344
11.	Ograniczanie zimbredowania	351
<b>Ad V.</b>	<b>Struktura przekazywania uzyskanego postępu do populacji produkcyjnej</b>	<b>357</b>
<b>Ad VI.</b>	<b>Następstwa prowadzenia pracy hodowlanej i ich monitorowanie</b>	<b>360</b>
1.	Zmiana wartości hodowlanej	361
2.	Zmniejszanie zmienności genetycznej	364
3.	Wzrost poziomu zimbredowania	367
4.	Wady genetyczne i ich rozprzestrzenianie	371
5.	Skutki ekonomiczne	374
6.	Monitorowanie skutków pracy hodowlanej	375
<b>3.5.</b>	<b>Programy hodowlane MOET i hodowli zachowawczej</b>	<b>378</b>
3.5.1.	Programy hodowlane MOET	378
3.5.2.	Programy hodowli zachowawczej	381
<b>3.6.</b>	<b>Organizacja hodowli</b>	<b>382</b>
3.6.1.	Uczestnicy programów hodowlanych	382
3.6.2.	Uregulowania prawne	386
<b>3.7.</b>	<b>Projektowanie i optymalizacja programów hodowlanych</b>	<b>388</b>
3.7.1.	Projektowanie programów hodowlanych	388
3.7.2.	Struktura programów hodowlanych	389
3.7.2.1.	Zdolności reprodukcyjne	390
3.7.2.2.	Infrastruktura społeczna	390
3.7.2.3.	Cel hodowlany	392
3.7.2.4.	Doskonalone cechy	392
3.7.2.5.	Parametry cech	392
3.7.2.6.	Interakcja genotyp–środowisko	393
3.7.3.	Optymalizacja i rozwój programów hodowlanych	393
3.7.3.1.	Przesłanki do ulepszania programów hodowlanych	393
3.7.3.2.	Wykorzystanie programów symulacyjnych	395
3.7.4.	Czynniki ograniczające ostrość selekcji i skuteczność programów hodowlanych	396
<b>3.8.</b>	<b>Edukacja i doradztwo hodowlane</b>	<b>397</b>
3.8.1.	Potrzeba kształcenia	397
3.8.2.	Edukacja rolnicza	398
3.8.3.	Doradztwo hodowlane	399
3.8.3.1.	Obszary do doskonalenia	399
3.8.3.2.	Podmioty realizujące	400

---

<b>4. Doskonalenie wybranych gatunków zwierząt gospodarskich</b>	<b>401</b>
<b>4.1. Bydło mleczne</b>	<b>401</b>
4.1.1. Uwarunkowania	401
4.1.2. Cel hodowlany i ocena użytkowości	402
4.1.3. Ocena wartości hodowlanej	405
4.1.4. Selekcja genomowa i ścieżki doskonalenia	406
4.1.5. Krzyżowanie	409
4.1.6. Efekty doskonalenia	410
<b>4.2. Trzoda chlewna</b>	<b>410</b>
4.2.1. Organizacja, cele hodowlane i ocena użytkowości	410
4.2.2. Krzyżowanie	413
4.2.3. Ocena wartości hodowlanej	414
4.2.4. Selekcja i dobór do kojarzeń	416
4.2.5. Nowe cechy	417
<b>4.3. Drób</b>	<b>418</b>
4.3.1. Cele hodowlane i uwarunkowania hodowli ras mięsnych	418
4.3.2. Cele hodowlane i uwarunkowania hodowli kur nieśnych	419
4.3.3. Strategie doskonalenia i ocena wartości hodowlanej – kury mięsne	420
4.3.4. Strategie doskonalenia i ocena wartości hodowlanej – kury nieśne	421
<b>4.4. Bydło mięsne</b>	<b>423</b>
4.4.1. Uwarunkowania i organizacja hodowli	423
4.4.2. Cele hodowlane i strategie doskonalenia	424
4.4.3. Ocena wartości hodowlanej i selekcja	424
<b>Bibliografia</b>	<b>427</b>
<b>Skorowidz</b>	<b>441</b>