

SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń	7
1. WSTĘP	9
2. PRZEGLĄD LITERATURY	11
2.1. Budowa korzenia marchwi	13
2.2. Badania właściwości wytrzymałościowych materiałów biologicznych	15
2.2.1. Wyznaczenie modułu sprężystości	18
2.2.2. Wyznaczenie stałej Poissona	20
2.2.3. Wyznaczenie przemieszczeń przekroju poprzecznego	23
2.3. Zagadnienia kontaktowe	24
2.3.1. Naciski powierzchniowe w przypadku płodów rolnych	27
2.4. Modelowanie materiałów biologicznych	30
2.4.1. Metoda elementów skończonych	33
2.4.2. Modelowanie materiałów biologicznych przy wykorzystaniu metody elementów skończonych	36
2.4.3. Zastosowanie metody elementów skończonych do modelowania zagadnień kontaktowych	37
2.4.4. Zastosowanie metody elementów skończonych do modelowania zagadnień kontaktowych w materiałach biologicznych	38
3. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU BADAWCZEGO	42
4. CEL PRACY	47
5. DYSKRETNY MODEL KORZENIA MARCHWI	49
5.1. Założenia tarczowego modelu korzenia marchwi – program Cosmos/M	51
5.1.1. Model geometryczny	51
5.1.2. Model dyskretny	53
5.1.3. Naciski powierzchniowe	54
5.1.4. Przemieszczenia	55
5.2. Założenia przy budowie modelu 3D korzenia marchwi – program Abaqus	57
6. METODYKA BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH	62
6.1. Przedmiot badań eksperymentalnych	63
6.2. Pomiary podstawowych właściwości wytrzymałościowych	64
6.2.1. Wyznaczenie umownego modułu sprężystości	65
6.2.2. Wyznaczenie stałej Poissona	66
6.3. Pomiary nacisków powierzchniowych	67
6.3.1. Rozkłady nacisków powierzchniowych jako funkcji obciążenia	67
6.3.2. Rozkłady nacisków powierzchniowych wzdłuż powierzchni styku	70

6.4. Pomiary przemieszczeń	73
6.4.1. Wyznaczenie map i rozkładów przemieszczeń u_x , u_y i u_z metodą interferometrii plamkowej (ESPI)	73
6.4.2. Rozkłady przemieszczeń u_x , u_y wyznaczone metodą fotografii plamkowej	75
6.4.3. Rozkłady przemieszczeń u_y w pełnym zakresie odkształceń	76
6.5. Badania mikroskopowe	77
7. WYNIKI BADAŃ	79
7.1. Podstawowe właściwości wytrzymałościowe kory i rdzenia	79
7.1.1. Umowny moduł sprężystości do naprężenia z przedziału $\sigma_1 = 0 \div 0,8$ MPa w odmianie Karotan	79
7.1.2. Umowny moduł sprężystości dla naprężenia z przedziału $\sigma_2 = 1,0 \div 1,9$ MPa w odmianie Karotan	82
7.1.3. Stała Poissona w odmianie Karotan	83
7.1.4. Umowny moduł sprężystości przy naprężeniu z przedziału $\sigma_2 = 1 \div 1,9$ MPa w odmianie Major i Merida	85
7.2. Rozkłady nacisków powierzchniowych	86
7.2.1. Obiekty rzeczywiste	86
7.2.2. Model tarczowy MES (COSMOS/M)	99
7.2.3. Model 3D MES (Abaqus)	101
7.3. Mapy i rozkłady przemieszczeń u_x , u_y i u_z	104
7.3.1. Obiekty rzeczywiste	104
7.3.2. Model tarczowy MES (COSMOS/M)	112
7.3.3. Model 3D MES (Abaqus)	115
7.4. Badania mikroskopowe	120
7.5. Wyznaczanie nacisków dopuszczalnych	125
7.5.1. Naciski dopuszczalne ze względu na wytrzymałość doraźną	126
7.5.2. Naciski dopuszczalne ze względu na wytrzymałość przechowalniczą	128
8. WERYFIKACJA DYSKRETNEGO MODELU KORZENIA MARCHWI	130
8.1. Mapy i rozkłady przemieszczeń w modelu tarczowym MES	133
8.2. Rozkłady przemieszczeń dla modelu 3D MES	142
9. DYSKUSJA NAD WYNIKAMI	144
9.1. Właściwości wytrzymałościowe	144
9.2. Model dyskretny	145
9.3. Naciski powierzchniowe	147
9.3.1. Naciski powierzchniowe jako funkcja obciążenia	148
9.3.2. Naciski powierzchniowe wzdłuż powierzchni styku	151
9.4. Naciski dopuszczalne	157
10. PODSUMOWANIE	159
11. WNIOSKI	163
12. PIŚMIENNICTWO	165