



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ MECHATRONIKI I BUDOWY MASZYN



Raport z realizacji projektu

WISNIA BEZ PESTKI

**Innowacja technologiczna, procesowa i produktowa
w zakresie drylowania wiśni w sposób taki, aby struktura
owocu była naruszona w jak najmniejszym stopniu we
współpracy z Politechniką Świętokrzyską**

Kierownik prac:

Łukasz Nowakowski

Lider Grupy Operacyjnej:

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Spis treści

1.	Wstęp	3
2.	Charakterystyka drylowania	6
3.	Analiza procesu drylowania	8
4.	Analiza stanu techniki	10
3.1.	Rozwiązania konstrukcyjne drylownic	10
3.2.	Rozwiązania konstrukcyjne ostrzy drylujących	13
3.3.	Narzędzia ultradźwiękowe	17
5.	Zasady dobru materiałów konstrukcyjnych	38
6.	Materiały UE do kontaktu z żywnością (FCM – Food Contact Materials)	39
7.	Opracowanie koncepcji procesu drylowania wiśni	66
7.1.	Koncepcja drylowania wiśni	67
7.2.	Opracowanie koncepcji zabieraka do wiśni	69
7.3.	Opracowanie koncepcji mechanizmu podziałowego	73
7.4.	Hipoteza ewakuacji owocu wiśni	74
7.5.	Opracowanie koncepcji systemu ewakuacji pestek	79
8.	Urządzenie do testowania procesu drylowania wiśni	87
9.	Testy procesu drylowania	94
10.	Budowa prototypu urządzenia do drylowania wiśni	98
10.1.	Opis budowy drylownicy – wariant 1	98
10.2.	Budowa drylownicy – wariant 2	102
10.3.	Konstrukcja i parametry techniczne prototypu drylownicy	109
	Spis literatury	113



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

1. Wstęp

Owoce wiśni są powszechnie uważane za bardzo nietrwałą żywność ze względu na szybkość mięknięcia, będącej wynikiem transportowania i wentylacji, uszkodzeń mechanicznych i wysokiej podatności na psucie się z powodu infekcji mikrobiologicznych, które drastycznie zmniejszają ich zdolność do przechowywania i akceptowalność marketingową po zbiorze. Głównym zabiegiem po zbiorczym zdolnym do ograniczenia utraty jakości i przedłużenia trwałości przechowalniczej owoców wiśni słodkiej jest przechowywanie w warunkach chłodniczych [47]. Przechowywanie świeżych wiśni jest generalnie ograniczone krótkim okresem przydatności do spożycia wynoszącym 2-4 tygodnie w temperaturze 0°C, przy wilgotności względnej 90-95%, ale tradycyjna metoda przechowywania w chłodni generalnie powoduje pewne zaburzenia fizjologiczne, takie jak wżery powierzchniowe i degradacja antocyjanów [48]. Zatem zarówno obecność mikroorganizmów wywołujących psucie, jak i postępujący proces starzenia, szybko prowadzą do utraty atrybutów jakościowych świeżego produktu. Występowanie i aktywność tych czynników na drodze od zbioru poprzez przetwórstwo, aż po dystrybucję są niezmiernie istotne, i należy je rozważyć na wszystkich etapach, dążąc do utrzymania tych cennych owoców, jako pełnowartościowego produktu końcowego, który trafia do konsumenta. Wiele badań wykazało, że spożywanie wiśni może przyczynić się do zwalczania licznych chorób, w tym nowotworów, chorób sercowo-naczyniowych, cukrzycy i chorób zapalnych. W wyniku ograniczenia stresu oksydacyjnego, może występować zmniejszenie: guzów, stanów zapalnych i kontrola glukozy [49]. Z drugiej strony, przetwarzanie wiśni i czereśni w celu przedłużenia ich trwałości jest ważnym sposobem na oferowanie różnorodnych produktów przez cały rok. Duża różnorodność produktów wymaga podobnego zróżnicowania technologii przetwarzania. Ewolucja tradycyjnego przetwórstwa wiśni, czyli tradycyjne techniki pasteryzacji przez podgrzewanie są nadal najczęściej stosowaną metodą w przypadku produktów wiśniowych, w tym dżemów, wiśni w syropie i soków. Mimo, że udało się przeprowadzić skuteczną pasteryzację produktów wiśniowych, podczas przechowywania może dojść do znacznej utraty jakości produktu w wyniku utleniania, reakcji świetlnych i innych reakcji chemicznych zachodzących między związkami. Ważnym zabiegiem umożliwiającym dalsze przetwarzanie wiśni jest wyeliminowanie z owocu pestek, jest to niezwykle istotne np. przy produkcji dżemów.

W pestkach wiśni, ale również i innych owoców (nie tylko owoców jednopestkowych) znajduje się amigdalina, która może doprowadzić do ostrego zatrucia, a w skrajnych przypadkach nawet śmierci. Na powikłania związane ze spożywaniem pestek owoców jednopestkowych szczególnie narażone są małe dzieci ze względu na niewielką masę ciała,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

amigdalina szybciej działa na organizm najmłodszych, powodując poważne zagrożenie dla zdrowia.

Związkiem powstającym podczas rozkładu amigdaliny jest cyjanowodór – jedna z najsilniejszych trucizn. Spożywając owoce z pestkami, może doprowadzić do ostrego zatrucia organizmu, choć zdarza się ono dość rzadko. Nie oznacza to, że jesteśmy w pełni bezpieczni. Niebezpieczne może być także spożywanie przetworów z owoców, które zawierają pestki. Nie bez przyczyny stosuje się drylowanie praktycznie wszystkich owoców jednopestkowych tj.: czereśni, wiśni, śliwek przed przygotowywaniem przetworów. Podczas obróbki termicznej do przetworów mogą dostać się niewielkie ilości cyjanowodoru.

W pracy [50] Poiana i wsp. z roku 2011, autorzy analizując zachowanie się dżemów wyprodukowanych z wiśni (*Prunus avium* L.) i czereśni (*Prunus cerasus* L.) stwierdzili, że obróbka termiczna dżemów owocowych spowodowała utratę 70% zawartości witaminy C odnotowanej w owocach mrożonych dla wiśni i 54% dla czereśni. Czas przechowywania powodował nieistotne zmiany po 1 miesiącu dla dżemu, a dopiero po 3 miesiącach przechowywania wykazał statystycznie istotną różnicę dla dżemu z wiśni i wysoce istotną ($p < 0,01$) dla dżemu z wiśni słodkiej. W odniesieniu do zmian zawartości fenoli ogółem, istotne statystycznie różnice odnotowano po okresie 3 miesięcy. Po 3 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C pojemność antyoksydacyjna dżemów wiśniowych zarówno z wiśni słodkich, jak i kwaśnych wykazała mniejszą deprecjację w porównaniu z zawartością badanych związków bioaktywnych. Potwierdza to fakt, że 3-miesięczny okres przechowywania nie wywołał statystycznie istotnych zmian w aktywności przeciwutleniającej [ocenianej metodą FRAP (ferric reducing antioxidant power)], natomiast dla pozostałych mierzonych parametrów, takich jak fenole ogółem, antocyjany monomeryczne, witamina C, odnotowano zmiany statystycznie istotne. W związku z tym optymalizacja obróbki termicznej jest kluczową kwestią dla poprawy jakości przetworzonych wiśni w dżemach lub produktach konserwowych. Ponadto, można przyjąć podejście technologiczne, w celu zmniejszenia wpływu przetwarzania na jakość produktu, jak również połączenie łagodnej obróbki cieplnej z innymi technologiami, takimi jak częściowe odwodnienie i/lub przechowywanie w warunkach chłodniczych. W celu uzyskania soków wiśniowych o lepszej jakości można zastosować technologie filtracji membranowej, takie jak ultrafiltracja, mikrofiltracja lub nanofiltracja, aby uzyskać stabilne produkty, inne niż oczyszczanie lub zagęszczanie soków. W rzeczywistości zaawansowane metody filtracji mogą być stosowane w celu uzyskania produktów sterylnych [51]. Wynik ten można uzyskać stosując filtry o wielkości porów poniżej 45 μm w celu usunięcia bakterii, drożdży i grzybów. Wpływ temperatury soku, prędkości przepływu i wielkości porów filtra



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

w mikrofiltracji soku z wiśni na ciśnienie transmembranowe, mętność soku, zawartość białka, cukru i związków fenolowych został opisane w pracy [52].



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

2. Charakterystyka drylowania

Drylowanie, jest to proces usuwania pestek z owoców. Urządzenia do drylowania/usuwania pestek z owoców w przemyśle przetwórczym oraz w gospodarstwach domowych są nazywane potocznie drylownicami. Ręczne drylowanie wykonywane jest przy pomocy prostych urządzeń/przyrządów np. wygiętego drutu, spinek do włosów, "dziadka do drylowania" (przyrządu podobnego do dziadka do orzechów). Po drylowaniu owoce najczęściej zamraża się oraz używa do robienia przetworów. Niektóre przepisy zalecają drylowanie tylko części owoców, żeby przetwory miały posmak pestki. Przykładowo w jednym z klasycznych deserów kuchni francuskiej, w pochodzącym z regionu Limousin placku clafoutis, głównym składnikiem są niewydrylowane czereśnie. Jednym z powodów, dla których owoce są drylowane, jest zawartość w pestkach cyjanowodoru (a czasem amigdaliny rozkładającej się w organizmie m.in. na cyjanowodór), który w dostatecznie dużych dawkach jest groźny dla zdrowia [1].

Obecnie na rynku najczęściej stosuje się stare technologie oparte na nacięciu z jednej strony owocu i wypchnięciu pestki z drugiej strony. Proces wypychania pestki z owocu wiśni powoduje bardzo dużą degradację struktury owocu, która prowadzi do utraty kształtu oraz części miąższu i soku.

Chcąc uzyskiwać produkty dobrej jakości i o właściwościach fizycznych i o znacznie większych walorach smakowych i odżywczych powinni wykorzystywać nowe technologie drylowania wiśni wykorzystujące nowe narzędzia i możliwości np.: technologia ultrasoniczna, podciśnienie, wstępne nacinanie, mało inwazyjne ostrza drylujące.

Celem nadrzędnym planowanej do realizacji operacji jest uzyskanie owoców wiśni bez pestki, która zapewni minimalne uszkodzenie struktury wewnętrznej i zewnętrznej drylowanego owocu. Na realizację celu głównego będą składać się dwa cele szczegółowe: opracowanie i zaprojektowanie prototypowego urządzenia do drylowania wiśni oraz wytworzenia i wdrożenia innowacyjnej technologii drylowania wiśni. Wybór tego asortymentu (wiśni) jest uzasadniony preferencjami rynku owocowego i grupy konsumentów, jakimi są firmy w przemyśle suszenia, kandyzowania, cukierniczym. Ponadto, wpisuje się w panujące trendy żywności naturalnej. Niestety, komercyjnie dostępne wiśnie drylowane, są owocami nadającymi się do wykonania dżemów i marmolad bądź wykorzystywane w przemyśle do wytwarzania soków. Wprawdzie dostarczają cennych substancji odżywczych i smakowych, ale nie wpisują się w koncepcje wykorzystywania całego owocu, który zdecydowanie lepiej oddziałuje na dalsze procesy przetwórstwa jak suszenie, kandyzowanie, rodzynekowanie, mrożenie. Realizacja celów szczegółowych, przyczyni się do zmiany jakościowej produktu.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Zakres oddziaływania operacji będzie miał charakter lokalny, z uwagi na niewielką skalę produkcji drylowanych wiśni w przetwórni, wchodzącej w skład grupy operacyjnej. Jednakże ze względu na rosnącą grupę odbiorców tego typu produktów opracowana innowacyjna technologia będzie mogła być wdrożona w innych regionach Polski i Europy.

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

3. Analiza procesu drylowania

Na rysunkach poniżej przedstawiono przykładowe wady obecnych tradycyjnych technologii drylowania tj.: znaczne naruszenie struktury owocu, ubytek miąższu i soku.



Rys. 1. Widok rezultatów mechanicznego procesu drylowania – ubytek soku i miąższu owocu [2]



Rys. 2. Widok rezultatów ręcznego procesu drylowania – ubytek soku i miąższu owocu [3]



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 3. Widok rezultatów ręcznego procesu drylowania – naruszenie struktury owocu z ubytkiem mięszo [4]

W obecnych na rynku rozwiązaniach drylownic owoców wykorzystuje się metodę, w której ostrze drylujące wprowadzone jest z jednej strony owocu ma za zadanie wypchnięcie drugą stroną pestki jednocześnie rozrywając/uszkadzając strukturę owocu. Przeciskana/wypychana pestka w dużym stopniu uszkadza zewnętrzną i wewnętrzną strukturę owocu ponieważ w drylowanym owocu powstają co najmniej dwa duże leżące naprzeciwlegle otwory (rys. 3). Aktualnie wykorzystywany mechanizm drylowania owoców jest praktycznie identyczny we wszystkich obecnie stosowanych urządzeniach - nie ma dla niego metod alternatywnych. W niektórych zastosowaniach spożywczych, w procesie produkcyjnym (np. owoce kandyzowane), nie można użyć tak wydrylowanych owoców, ponieważ struktura zewnętrzna i wewnętrzna owocu jest w znacznym stopniu uszkodzona.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

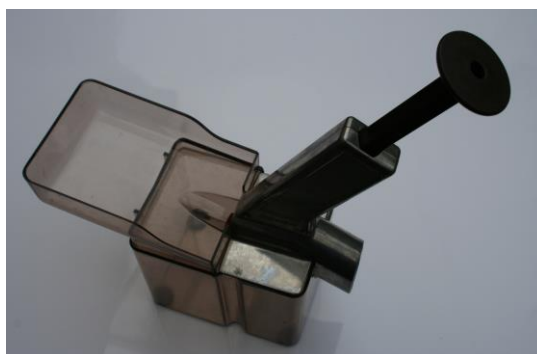
4. Analiza stanu techniki

3.1. Rozwiązania konstrukcyjne drylownic

W rozdziale trzecim przeprowadzono analizę stanu techniki w zakresie istniejących rozwiązań konstrukcyjnych drylownic ręcznych oraz maszynowych. Na rysunkach poniżej przedstawiono przykładowe rozwiązania konstrukcyjne drylownic produkowanych i stosowanych obecnie na rynku. Rozwiązania konstrukcyjne możemy podzielić na dwie główne grupy: ręczne oraz napędzane elektrycznie.



Rys. 4. Drylownica ręczna z odlewanym korpusem [5]



Rys. 5. Drylownica wykonana z tworzywa sztucznego [6]



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 6. DRYLOWNICA wykonana z części odlewanych z metali lekkich [7]



Rys. 7. DRYLOWNICA wykonana z drutu giętego [8]



Rys. 8. DRYLOWNICA o konstrukcji „zawiasowej” [9]

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 9. Drylownica ręczna z czterema gniazdami drylującymi [10]



Rys. 10. Drylownica przemysłowa z zabierakiem bębnowym [11]

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 11. Drylownica przemysłowa z zabierakiem taśmowym [12]

Ze względu na złożony proces technologiczny usuwania pestki podczas procesu drylowania powstało wiele urządzeń oraz konstrukcji urządzeń wspomagających ten zabieg. Urządzenie te są różne w konstrukcji ze względu na ich przeznaczenie (drylowanie ręczne lub maszynowe). W rozwiązaniach tych występują elementy odpowiedzialne za segregację odpowiednich frakcji wiśni, podanie oraz pozycjonowanie wiśni w procesie oraz ostrza drylujące. W różnych rozwiązaniach ostrza drylujące różnią się od siebie geometrią a ich głównym zadaniem jest usunięcie pestki poprzez przetłoczenie/przepchnięcie jej przez owoc np. wiśni. Na skutek tego procesu owoc jest w znacznym stopniu uszkodzony po obu stronach. Na górnej powierzchni od strony ostrza wiśnia przecinana jest przez nóż/ostrze drylujące, które w wyniku kontaktu z pestką preciska ją przez owoc. Na skutek wywierania siły nacisku pestki na strukturę/ miąższ owocu oraz skórki np. wiśni, następuje degradacji i rozerwanie owocu a przez powstały otwór pestka jest preciskana.

3.2. Rozwiązania konstrukcyjne ostrzy drylujących

W drylownicach ręcznych można spotkać się z różną geometrią elementu wykonującego główny ruch roboczy odpowiedzialny za usunięcie pestki. Na rysunku nr 12 przedstawiono przykładowe rozwiązania dla drylownic ręcznych.

W drylownicach ręcznych można dostrzec cztery główne rozwiązania dotyczące geometrii elementu roboczego. Ostrze jest wykonane w taki sposób, aby pestka mogła oprzeć się o jej powierzchnię podczas procesu drylowania i mogła z łatwością przepchnąć pestkę



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

owocu przez jego skórę. Najpopularniejsze geometrie ostrza wykonane są z rurki bez wykończenia luz ze specjalnie uformowanymi końcami ostrza. Na rysunku nr 13 przedstawiono przykładowe rozwiązanie stosowane w maszynach przemysłowych do drylowania. Dostrzec można, że geometria ostrza jest inna niż w przypadku drylownic ręcznych. Noże drylujące są wykonane na planie gwiazdy ośmioramiennej.



Rys. 12. Przykładowe konstrukcje ręcznych drylownic [13, 14, 15, 16]

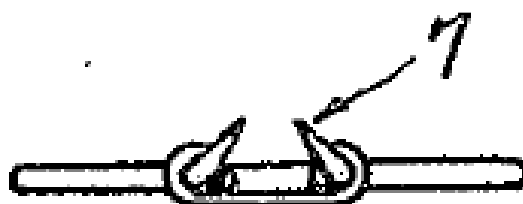


Rys. 13. Drylownica przemysłowa [17]



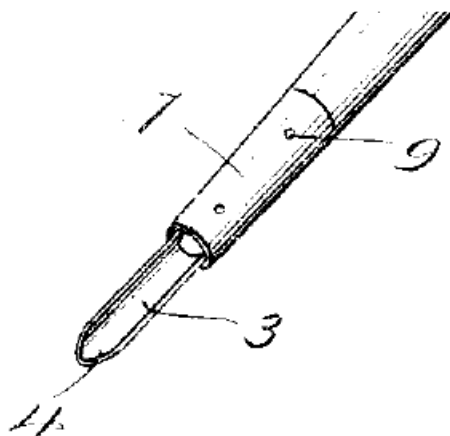
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Dokonując przeglądu patentowego urządzeń do drylowania wiśni lub innych owoców napotkano na szereg rozwiązań konstrukcyjnych. W tym opracowaniu skupiono się głównie na konstrukcji i geometrii ostrzy drylujących. W rozwiązaniu patentowym US1428789 przedstawiono konstrukcję do ręcznego usuwania pestki wiśni [18]. Ostrze drylujące składa się z dwóch części których odległość jest regulowana poprzez nacisk ręczny. Specjalne zakrzywienie krawędzi ostrzy umożliwia łatwiejsze chwycenie i odseparowanie pestki od miąższu owocu.



Rys. 14. Konstrukcja ostrza wg patentu US1428789 [18]

Kolejnym rozwiązaniem do drylowania ręcznego można znaleźć w opracowaniu [19]. Urządzenie to służy do wycinania pestki poprzez obrót ostrza wokół pestki a następnie wyprowadzenie pestki poprzez powstały otwór. Ukształtowanie geometrii ostrza ma na celu odseparowanie pestki od miąższu owocu.

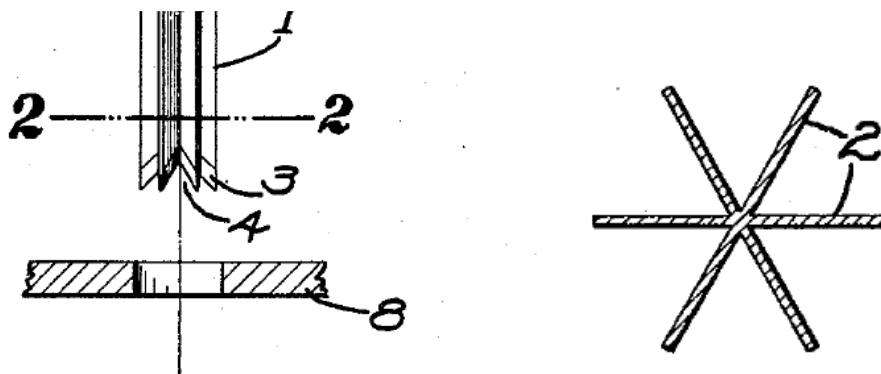


Rys. 15. Konstrukcja ostrza wg patentu US1551815 [19]



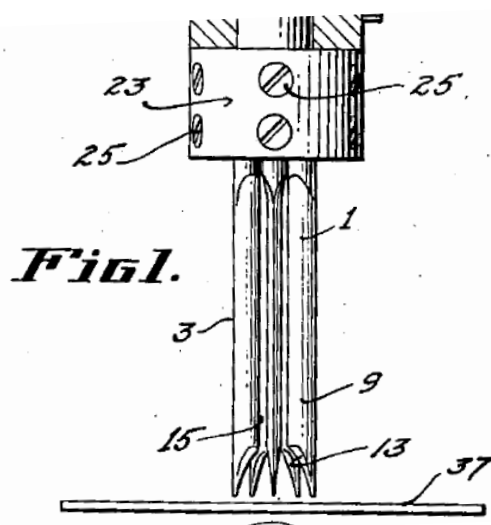
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na rysunku nr 16 przedstawiono geometrię ostrza drylującego wg opracowania z patentu US2123644. W rozwiązaniu tym konstrukcja ostrza jest jednolita i wykonana jest w geometrii gwiazdy sześcioramiennej. Czołowa część ostrzy jest zaprojektowana pod tak, aby pozycjonować pestkę podczas procesu jej usuwania.



Rys. 16. Konstrukcja ostrza wg patentu US2123644 [20]

W rozwiązaniu przedstawionym na rysunku nr 17 element drylujący składa się z kilku segmentów złożonych w jedną całość. Konstrukcja pojedynczego ostrza jest wykonana na kształt walca z uformowaną geometrią do pozycjonowania pestki owocu.

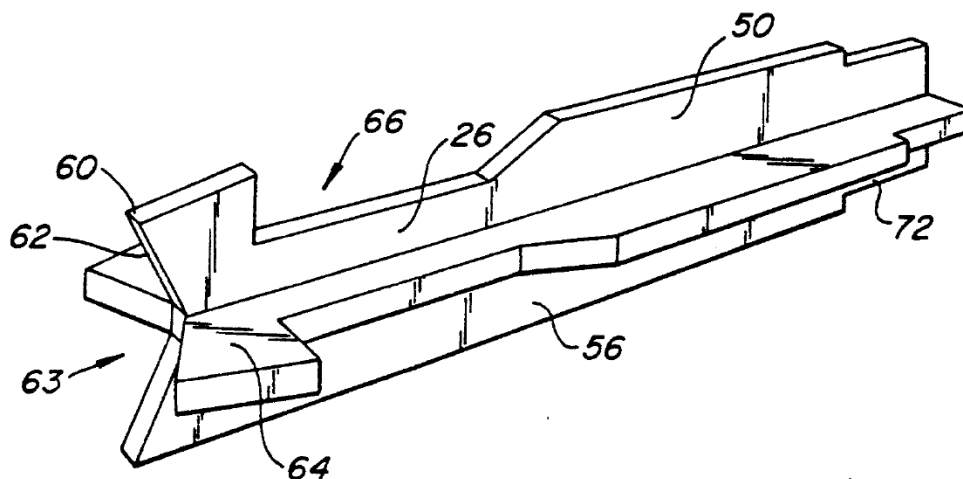


Rys. 17. Konstrukcja ostrza wg patentu US2196772 [21]



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Najbardziej popularnym rozwiązaniem ostrza drylującego, które występuje w zastrzeżeniach patentowych jest geometria przedstawiona na rysunku nr 18. Geometria ta składa się z ostrza drylującego wyposażonego w cztery krawędzie tnące. W powierzchni czołowej noża zaprojektowano miejsce na pozycjonowanie pestki podczas procesu drylowania. Podobną geometrię ostrzy można spotkać w patentach: US2730149 [22] US3411556 [23] i US 3731615 [24] US1047786 [25].



Rys. 18. Konstrukcja ostrza wg patentu US5329843 [26]

3.3. Narzędzia ultradźwiękowe

Ultradźwięki wykorzystują zjawiska fizyczne i chemiczne, które zasadniczo różnią się od tych stosowanych w konwencjonalnych technikach ekstrakcji, przetwarzania i konserwacji. Ultradźwięki zapewniają przewagę netto pod względem produktywności, wydajności i selektywności, a także krótszy czas przetwarzania, wyższą jakość, mniejsze zagrożenia chemiczne i fizyczne oraz są przyjazne dla środowiska. Produkty spożywcze, takie jak owoce i warzywa, tłuszcze i oleje, cukier, nabiał, mięso, kawa i kakao, mączki i mąki, są złożonymi mieszaninami witamin, cukrów, białek i lipidów, włókien, aromatów, barwników, przeciwutleniaczy oraz innych związków organicznych i mineralnych. Przed wprowadzeniem takich produktów na rynek, muszą one zostać przetworzone i zakonserwowane w celu uzyskania półproduktów lub gotowych dań spożywczych o wysokiej zawartości składników odżywczych. W tym celu można stosować różne metody, np. smażenie, suszenie, filtrowanie i gotowanie. Niemniej jednak wiadomo, że wiele składników i produktów żywnościowych jest



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

wrażliwych na temperaturę i podatnych na zmiany chemiczne, fizyczne i mikrobiologiczne. Straty niektórych składników, niska wydajność produkcji, czasochłonne i energochłonne procedury (długotrwałe ogrzewanie i mieszanie, użycie dużej ilości wody, ...) mogą być spotykane przy stosowaniu tych konwencjonalnych metod przetwarzania żywności. Te niedociągnięcia doprowadziły do zastosowania nowych zrównoważonych "zielonych i innowacyjnych" technik w przetwarzaniu, pasteryzacji i ekstrakcji, które zazwyczaj wymagają mniej czasu, wody i energii, takich jak przetwarzanie wspomagane ultradźwiękami [27, 28], ekstrakcja i przetwarzanie w stanie nadkrytycznym [29], ekstruzja [30], przetwarzanie mikrofalowe [31], proces kontrolowanego spadku ciśnienia [32], impulsowe pole elektromagnetyczne [33], wysokie ciśnienie [34] i ekstrakcja wodą w stanie podkrytycznym [35]. Technologia żywności w warunkach ekstremalnych lub nieklasycznych jest obecnie dynamicznie rozwijającym się obszarem badań i zastosowań przemysłowych. Alternatywy dla konwencjonalnych procedur przetwarzania, utrwalania i ekstrakcji mogą zwiększyć wydajność produkcji i przyczynić się do ochrony środowiska naturalnego poprzez zmniejszenie zużycia wody i rozpuszczalników, eliminację ścieków, minimalizację zużycia energii lub ograniczenie w generowaniu substancji niebezpiecznych.

Definicja wg PWN określa ultradźwięki (naddźwięki, fiz.) jako fale sprężyste o częstotliwości od 16 kHz (powyżej granicy słyszalności) do 109 Hz (górną granicą jest umowna — określona przez techniczne możliwości wytwarzania ultradźwięków jako wiązek fal koherentnych) [36].

Generator ultradźwięków, urządzenie do wytwarzania fal sprężystych w zakresie częstotliwości od 16 kHz – 109 Hz (ultradźwięki), którego zasada działania polega na przetwarzaniu energii elektrycznej (generatory ultradźwięków elektromechaniczne) albo energii mechanicznej gazu lub cieczy (generatory ultradźwięków mechaniczne) w energię ultradźwięków. W generatorach ultradźwięków elektromechanicznych proces przemiany drgań elektrycznych na drgania mechaniczne odbywa się w przetwornikach piezoelektrycznych lub magnetostrykcyjnych; zastosowanie przetworników piezoelektrycznych (działających na zasadzie powstawania deformacji sprężystych w wyniku przyłożenia pola elektrycznego; piezoelektryczność) zdecydowało o olbrzymim rozwoju technik ultradźwiękowych. Do generatorów ultradźwięków mechanicznych należą: syrena akustyczna (ultradźwiękowa), generator gazowy Hartmanna (stosowane np. do koagulacji dymów), piszczątka Pohlmana–Jankowskiego używana do tworzenia emulsji, np. homogenizacji śmietanki, i in. Obecnie stosuje się głównie generatory ultradźwięków elektromechaniczne [36].



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Obecnie, żywność przetworzona, która jest dostępna w supermarketach, to zarówno nowoczesna żywność przetworzona, jak i tradycyjna, ale technologie jej produkcji, przetwarzania i pakowania zostały znacznie zmodernizowane i zrationalizowane w nieporównywalnym stopniu. Podstawowym celem tych technologii jest skrócenie czasu przetwarzania, oszczędność energii oraz poprawa trwałości i jakości produktów spożywczych. Technologie termiczne (ogrzewanie radiowe i mikrofalowe), technologia chłodzenia próżniowego, przetwarzanie pod wysokim ciśnieniem i technologia pulsującego pola elektrycznego są tymi nowatorskimi technologiami, które mają potencjał do produkcji wysokiej jakości i bezpiecznych produktów spożywczych, ale obecne ograniczenia związane z wysokimi kosztami inwestycyjnymi, pełną kontrolą zmiennych związanych z działaniem procesu, brakiem zatwierdzenia przez organy regulacyjne i, co ważne, akceptacji konsumentów, opóźniają szersze wdrożenie tych technologii na skalę przemysłową. W ostatnich latach ultradźwięki (US) w przemyśle spożywczym stały się przedmiotem badań i rozwoju. Zainteresowanie ultradźwiękami jest duże ze względu na fakt, że przemysł może być wyposażony w praktyczne i niezawodne urządzenia ultradźwiękowe. Obecnie, pojawienie się ultradźwięków jako nowej, ekologicznej technologii zwróciło również uwagę na ich rolę w zrównoważonym rozwoju środowiska. Aplikacje ultradźwiękowe opierają się na trzech różnych metodach:

- bezpośrednia aplikacja na produkt.
- sprzężenie z urządzeniem.
- zanurzenie w kąpeli ultradźwiękowej.

Jednym z podstawowych zastosowań ultradźwięków jest cięcie, opisane w dalszej części opracowania.

Główne zastosowania wykorzystujące ultradźwięki to m.in. [37]:

1. Ultradźwięki w medycynie: do wizualizacji i pomiarów (ultrasonografia, mikroskopia ultradźwiękowa, tomografia ultradźwiękowa), zastosowania ultradźwięków mocy (terapia ultradźwiękowa, leczenie ran, ultradźwiękowe noże chirurgiczne), ultradźwięki w kosmetyce (rozpylanie cieczy, masaż ultradźwiękowy, usuwanie kamienia naczyniowego).

2. Ultradźwiękowe badania nieniszczące: defektoskopia ultradźwiękowa (techniki rezonansowe, tomografia ultradźwiękowa), pomiar grubości (pomiar grubości warstw na papierze i foliach, badanie uszkodzeń spowodowanych korozją), pomiar geometrii obiektów (badanie jakości spoin, pomiar naprężeń, detekcja nieszczelności).

3. Ultradźwięki w zastosowaniach pomiarowych: pomiar prędkości dźwięku (koncentracja rozpuszczonych substancji, struktura kompozytów), pomiar temperatury



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

poprzez pomiar prędkości dźwięku, pomiar lepkości, monitorowanie elementów konstrukcyjnych, ultradźwiękowy pomiar wibracji.

4. Przemysł maszynowy i narzędziowy: obróbka materiałów: (wiercenie, frezowanie i drążenie ultradźwiękowe), cięcie ultradźwiękami, spawanie i lutowanie przy pomocy ultradźwięków, wspomagana ultradźwiękowo obróbka skrawaniem (np. toczenie i wiercenie), prasowanie przy pomocy ultradźwięków (np. przy produkcji tabletek), sterowanie (wyłączniki dystansowe, pomiar odległości), kontrola procesów (lewitacja ultradźwiękowa, mycie ultradźwiękowe, pompy ultradźwiękowe).

5. Termoakustyka (chłodziarki ultradźwiękowe, produkcja energii i ciepła przy pomocy ultradźwięków, termoakustyczne nadajniki i odbiorniki dźwięków).

6. Ultradźwięki w mechatronice (silniki i akuatory ultradźwiękowe, pozycjonowanie przy pomocy ultradźwięków).

7. Ultradźwięki w technice samochodowej (czujniki ułatwiające parkowanie, alarmy, czujniki do badania obecności pasażera, pomiar jakości oleju, pomiar poziomu paliwa i innych cieczy, emisja akustyczna do detekcji nieprawidłowości działania silnika i innych mechanizmów).

8. Ultradźwięki w gospodarstwie domowym (myjki ultradźwiękowe, nawilżacze ultradźwiękowe, pralki ultradźwiękowe).

9. Inne zastosowania ultradźwięków (głośniki ultradźwiękowe, zabezpieczenia akustyczne, kodowanie fotoakustyczne, weryfikacja dokumentów).

10. Zastosowania militarne (ultradźwięki dużej mocy w powietrzu jako broń, lokalizacja statków i łodzi podwodnych).

Wprowadzenie ultradźwięków do cięcia żywności poprawiło wydajność całego procesu przetwarzania żywności. Ultradźwiękowe urządzenia do cięcia żywności zapewniają nowy sposób cięcia lub krojenia różnych produktów spożywczych, który usprawnia produkcję, minimalizuje odpady produktowe i obniża koszty utrzymania. Do cięcia ultradźwiękowego wykorzystuje się ostrze typu nożowego podłączone poprzez wał do źródła ultradźwięków (generatora ultradźwięków) [38]. Samo narzędzie tnące może mieć wiele kształtów, a każdy kształt może być traktowany jako róg akustyczny, będący częścią całego urządzenia rezonującego ultradźwięki. Cięcie z nałożeniem drgań ultradźwiękowych jest bezpośrednim konkurentem takich technologii jak cięcie strumieniem wody o dużej prędkości oraz technik konwencjonalnych, takich jak stosowanie pił czy noży. Przedstawiono niskie wymagania energetyczne dla cięcia ultradźwiękowego [39, 40]. Charakterystyka cięcia ultradźwiękowego zależy od rodzaju i stanu żywności, np. zamrożonej lub rozmrożonej [41]. Najbardziej



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

rozpowszechnionym zastosowaniem ultradźwięków jest cięcie kruchych produktów spożywczych. Wykorzystuje się je w szczególności w przypadku produktów kruchych i niejednorodnych (ciasta, ciastka i wyroby piekarskie) (rys. 19) oraz produktów tłustych (sery) lub lepkich [47].



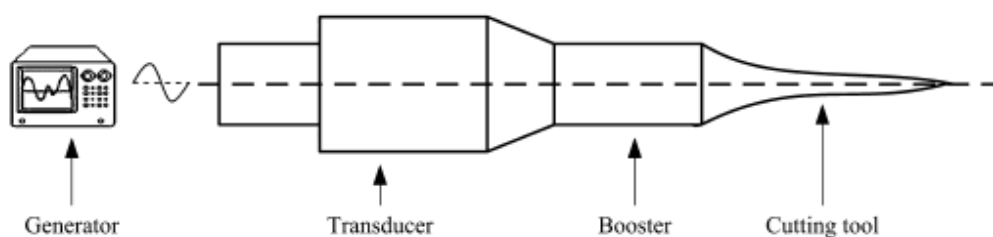
Rys. 19. Różnica w krojeniu kromek pieczywa krojonego z i bez ultradźwięków [43]

Inną cechą tej techniki jest poprawa higieny, gdyż wibracje zapobiegają przywieraniu produktu do ostrza, a tym samym ograniczają rozwój mikroorganizmów na jego powierzchni, czyli drgania ultradźwiękowe zapewniają "samooczyszczanie" ostrza. Dokładność i powtarzalność cięcia powoduje zmniejszenie strat związanych z krojeniem (z powodu pęknięć, okruszków, itp.) oraz lepszą standaryzację wagi i wymiarów porcji.

Typowy ultradźwiękowy system cięcia żywności zawiera cztery główne elementy: zasilacz, przetwornik, wzmacniacz i narzędzie tnące [44]. Ultradźwiękowy zasilacz (generator) jest urządzeniem elektronicznym, które przekształca standardowe napięcie prądu zmiennego 50/60 Hz na energię elektryczną o wysokiej częstotliwości. Przetwornik ultradźwiękowy jest zamkniętym urządzeniem elektromechanicznym, które jest odpowiedzialne za odbiór energii elektrycznej o wysokiej częstotliwości, np. 40 kHz.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 20. Rys. 1 Schemat ideowy ultradźwiękowego systemu tnącego [45]

W większości zastosowań laboratoryjnych i przemysłowych, ultradźwięki są generowane przez energię elektryczną dostarczaną do materiału piezoelektrycznego, zwanego przetwornikiem. Wzmacniacz jest metalowym, mechanicznym wzmacniaczem, który zwiększa lub zmniejsza amplitudę ruchu mechanicznego narzędzia, w zależności od rozmieszczenia mas na każdym końcu. Narzędzie tnące jest urządzeniem, które wykonuje rzeczywiste cięcie. Schemat ideowy ultradźwiękowego układu tnącego przedstawiono na rys. 20. Jak wynika z powyższego przeglądu, pomimo wielu publikacji dokumentujących zastosowanie ultradźwięków do cięcia żywności z poprawą jakości produktu końcowego, wszystkie dotychczasowe prace koncentrują się na ultradźwiękowych lub mechanicznych aspektach procesu cięcia. Oznacza to, że szczegółowy mechanizm projektowania ultradźwiękowych urządzeń tnących jest pomijany. Nie opublikowano żadnej pracy, która badałaby szczegółowy projekt mechanizmu ruchu przerywanego ultradźwiękowych urządzeń tnących. Ponadto, niewiele badań dotyczyło cienkich plasterków ultradźwiękowego cięcia żywności. W artykule [45] przeprowadzono przegląd procesu cięcia z/i bez wzbudzenia ultradźwiękowego narzędzia oraz zaproponowano nowy mechanizm kinematyczny, który posłużył w celu zapewnienia przerywanych ruchów ultradźwiękowego urządzenia tnącego.

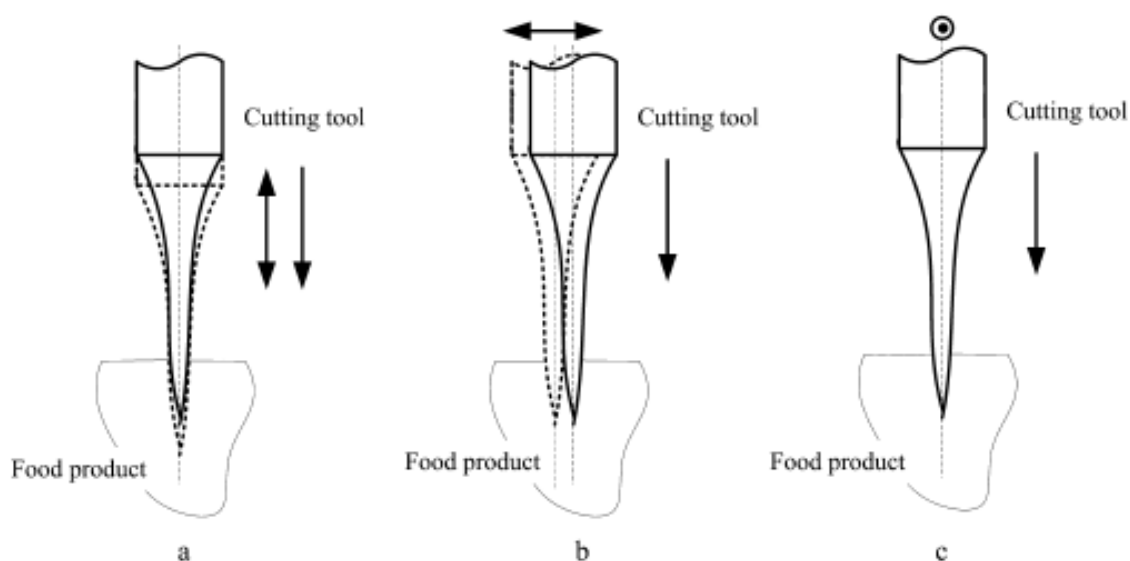
Dokonując porównania zasady cięcia ultradźwiękowego z cięciem konwencjonalnym można zauważyć, że w przypadku różnych metod cięcia w przetwórstwie spożywczym siła oddzielająca jest generowana przez ruch względny pomiędzy narzędziem tnącym a produktem spożywczym. Narzędzie oddzielające w sposób ciągły penetruje materiał z określoną prędkością, z lub bez usuwania materiału.

W pracy [45] autorzy prowadzili badania związane z cięciem produktów żywnościowych półstałych lub miętko-stałych, takich jak chleb, chleb żytni i ciasto. Przed wykonaniem ultradźwiękowego cięcia żywności przygotowano różne produkty żywnościowe oraz nóż ultradźwiękowy.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Cięcie ultradźwiękowe lub cięcie wspomagane ultradźwiękami to operacja wykorzystująca energię wibracyjną ultradźwięków, która nakłada się na konwencjonalny ruch ostrza w celu poprawy jakości cięcia. Zasada cięcia ultradźwiękowego polega na tym, że konwencjonalny ruch urządzenia jest zastąpiony wibracjami ultradźwiękowymi, a cięcie ultradźwiękowe różni się od konwencjonalnego specyficzną charakterystyką ruchu narzędzia tnącego. Generalnie, ultradźwiękowe systemy tnące składają się z łańcucha elementów, które generują i propagują drgania ultradźwiękowe do strefy separacji.



Rys. 21. Schemat ideowy zasady cięcia ultradźwiękowego (a) Przypadek 1 cięcia ultradźwiękowego (b) Przypadek 2 cięcia ultradźwiękowego c) Przypadek 3 cięcia ultradźwiękowego [45]

Jak pokazano na rys. 21, w zależności od sposobu zamocowania narzędzia tnącego do sonotrody i orientacji krawędzi tnącej względem osi drgań, można wyróżnić trzy główne konfiguracje. Proste strzałki przedstawiają oś ruchu narzędzia, podwójne strzałki i okrąg z czarną kropką przedstawiają oś drgań. Jak pokazano na rys. 21a, oś drgań i oś ruchu narzędzia tnącego są identyczne, a oś drgań jest prostopadła do krawędzi skrawającej. Jak pokazano na rys. 21b, kierunek drgań jest prostopadły zarówno do osi ruchu narzędzia, jak i do osi krawędzi skrawającej. Jak pokazano na rys. 21c, kierunek drgań jest prostopadły do osi ruchomej narzędzia, ale równoległy do krawędzi skrawającej. Wszystkie te trzy konfiguracje mogą prowadzić do zmniejszenia siły tarcia [46].



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Przeprowadzony przegląd literatury patentowej dotyczył ochrony własności intelektualnej w zakresie noży ultradźwiękowych i dowodzi, że idea cięcia z użyciem drgań o wysokiej częstotliwości ostrza jest znana od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. W prezentowanym podpunkcie wybrano trzy patenty dotyczące noży ultradźwiękowych z różnych obszarów zastosowań.

Jednym z lepiej opisanych patentów jest patent numer: 5.355.587 ULTRASONIC CUTTER autorstwa japońskich twórców: Naomitsu Takekawa, Tokyo; Yukihiko Katou, Chiba; Masahiko Yano, Shizuoka; Atsushi Horiuchi, Shizuoka; Tomoyuki Fujisaki, Shizuoka, z 16 grudnia 1992 roku. Patent numer 5.355.587 dotyczy obcinarki ultradźwiękowej, a bardziej szczegółowo, obcinarki ultradźwiękowej nadającej się do cięcia materiałów mocujących stosowanych do formowania opatrunków ortopedycznych typu odlewniczego do unieruchamiania uszkodzonych części ciała pacjentów ortopedycznych. Zarówno opatrunki z gipsu paryskiego, w których jako środek utwardzający stosuje się gips, jak i opatrunki z odlewu syntetycznego, w których jako środek utwardzający stosuje się żywicę syntetyczną, są znanymi materiałami unieruchamiającymi stosowanymi do unieruchamiania, podtrzymywania, ochrony lub korekcji urazów ortopedycznych, takich jak złamania, zwichnięcia, skręcenia, deformacje i tak dalej. Takie materiały mocujące są uformowane w taki sposób, że na uszkodzoną lub zranioną część ciała najpierw nawija się lub nakłada na uszkodzoną część ciała podopaskę, która jest zwykle bandażem bawełnianym lub bandażem rurowym składającym się z bawełny, poliestru i tak dalej, a następnie na podopaskę nawija się i utwardza gipsowy opatrunek paryski lub syntetyczny opatrunek odlewniczy.

Taki materiał mocujący musi być częściowo lub całkowicie odcięty w pewnym momencie podczas leczenia uszkodzonej części ciała lub gdy uszkodzona część jest utwardzona. Jako noże stosowane do cięcia takich materiałów utrwalających lub odlewanych, znane są noże elektryczne, noże druciane, noże z podgrzewanym ostrzem i noże ultradźwiękowe. Spośród tych znanych obcinarek, obcinarki elektryczne, obcinarki drutowe i obcinarki z podgrzewanym ostrzem mają kilka wad, podczas gdy obcinarka ultradźwiękowa, która jest tak skonstruowana, że tnie materiał mocujący za pomocą krawędzi tnącej wprawianej w drgania przez wibrator ultradźwiękowy, ma niewielkie rozmiary i wagę, nie wytwarza hałasu ani szkodliwych gazów i nie wywołuje uczucia strachu u pacjenta. Ponadto, nóż ultradźwiękowy może łatwo przeciąć opatrunek z gipsu paryskiego lub syntetyczny opatrunek gipsowy. Z tego względu preferowany jest frez ultradźwiękowy.

Jednakże, nóż ultradźwiękowy posiada bardzo dużą siłę cięcia, tak więc istnieje niebezpieczeństwo, że jeśli podczas pracy ostrze dotknie skóry pacjenta, nawet jeśli będzie to



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

lekkie dotknięcie, skóra pacjenta może zostać poważnie zraniona. Dlatego też należy podjąć środki zapobiegawcze przeciwko takiemu niebezpieczeństwu. Dotychczas zaproponowano kilka metod, w których, zgodnie z każdą z nich, pojemność elektrostatyczna pomiędzy ostrzem tnącym a skórą jest wykorzystywana jako czynnik określający częstotliwość oscylacji oscylatora, tak że wibracje urządzenia tnącego są kontrolowane poprzez wykorzystanie zmian spowodowanych w częstotliwości oscylacji oscylatora, gdy ostrze tnące zbliża się do skóry. Patrz: japońskie zgłoszenie patentowe nr Sho 61-22857, Sho 61-22858, Sho 61-22859. Jednakże, w tym przypadku, różnice w kontrolowanych wibracjach występują zgodnie z indywidualnymi różnicami pomiędzy pacjentami oraz rodzajami i stanami stosowanego opatrunku. Dlatego nie zawsze można uzyskać wysoką wiarygodność.

W tej sytuacji, materiał mocujący jest cięty przez ostrze tnące, przy czym wiodący koniec osłony ostrza pozostaje w kontakcie z powierzchnią materiału mocującego, zapobiegając w ten sposób kontaktowi ostrza tnącego ze skórą. Na przykład, trudno jest wyregulować długość odsłoniętego ostrza tnącego, ponieważ odległość pomiędzy tylną powierzchnią materiału mocującego a skórą nie jest zawsze stała. Ponadto, ponieważ krawędź tnąca jest uformowana w taki sposób, że sięga aż do końca ostrza tnącego, krawędź tnąca może zaczepić o materiał podkładowy znajdujący się wewnątrz materiału mocującego i w związku z tym, jeżeli nie przetnie nawet materiału podkładowego, ostrze tnące nie może być już przesunięte do przodu. W rezultacie, opatrunek zbudowany z fiszbiny jest z natury tak trudny do przecięcia przez obcinarkę ultradźwiękową, cięcie materiału mocującego nie może być wykonane płynnie. Ponadto, ostrze tnące jest otoczone osłoną ostrza, operator nie może patrzeć bezpośrednio na krawędź cięcia, nawet jeśli osłona ostrza jest wykonana z przezroczystego materiału. Obsługa tego typu frezów nie jest łatwa. Przedmiotem niniejszego wynalazku jest dostarczenie obcinaka ultradźwiękowego, który jest szczególnie przydatny do cięcia ortopedycznego materiału mocującego typu, o którym była już mowa, który może bezpiecznie i łatwo ciąć materiał mocujący, a jednocześnie ma prostą konstrukcję.

Aby osiągnąć wyżej wymieniony cel, nóż ultradźwiękowy skonstruowany według niniejszego wynalazku składa się z rurowej obudowy generatora fali ultradźwiękowej, generatora fali ultradźwiękowej umieszczonego w tej obudowie i ostrza tnącego, które jest odłączalnie zamontowane na jednym końcu generatora fali ultradźwiękowej tak, że wystaje z obudowy, przy czym krawędź tnąca znajduje się tylko na bocznej powierzchni ostrza tnącego. Część czołowa ostrza tnącego jest okrągła i nie zawiera części krawędzi tnącej. Bardziej szczegółowo, wiodący koniec ostrza tnącego może być, na przykład, w kształcie koła lub owalu,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

lub może być wykonany w dowolny inny wypukły na zewnątrz gładki łuk bez ostrych kątowych części.

W ultradźwiękowym urządzeniu tnącym według niniejszego wynalazku, wibracje ultradźwiękowe wytwarzane przez generator fal ultradźwiękowych umieszczony w obudowie są przykładane do ostrza tnącego, przy czym ostrze tnące jest wprawiane w drgania, tak że przez zetknięcie krawędzi tnącej utworzonej na bocznej powierzchni ostrza tnącego z przedmiotem, który ma być cięty, takim jak na przykład ortopedyczny materiał mocujący. W związku z tym, nawet jeśli podczas cięcia materiału mocującego, ostrze tnące zagłębi się tak, że jego wiodący koniec wejdzie w kontakt ze skórą, skóra nie zostanie w ogóle zraniona, ponieważ wiodąca część końcowa ostrza tnącego jest okrągła i nie zawiera krawędzi tnącej. Co więcej, opatrunek, który zwykle znajduje się pod opatrunkiem gipsowym, nie jest chwytyany przez ostrze tnące i dzięki temu operacja cięcia może być przeprowadzona płynnie. Ponadto, ponieważ całe ostrze tnące jest odsłonięte, operator może zawsze patrzeć prosto na ostrze tnące i dlatego operacja cięcia może być wykonana łatwo, a operator lub pacjent nie odczuwają strachu. Ponadto, jeżeli urządzenie do cięcia ultradźwiękowego według niniejszego wynalazku jest tak skonstruowane, że zasilanie elektryczne jest do niego doprowadzane tylko w czasie, gdy przełącznik 5 jest wciśnięty, a w tym czasie wytwarzany jest również sygnał dźwiękowy, rozwiązanie to może zapewnić większe bezpieczeństwo.

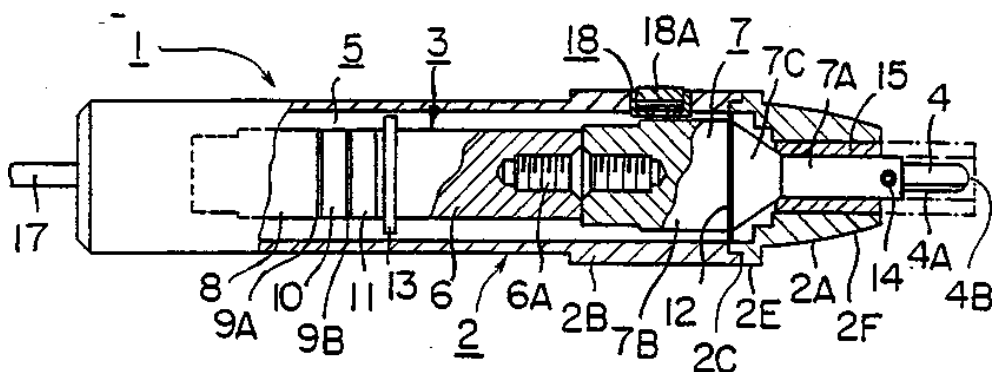
W ten sposób, zgodnie z niniejszym wynalazkiem, może być dostarczona obcinarka, która jest bardzo prosta w konstrukcji, a jednocześnie bezpieczna w działaniu, a ponadto posiada wszystkie zalety właściwe dla tego typu obcinarek ultradźwiękowych.

Wykonania niniejszego wynalazku zostaną teraz opisane przez odniesienie do rysunków.

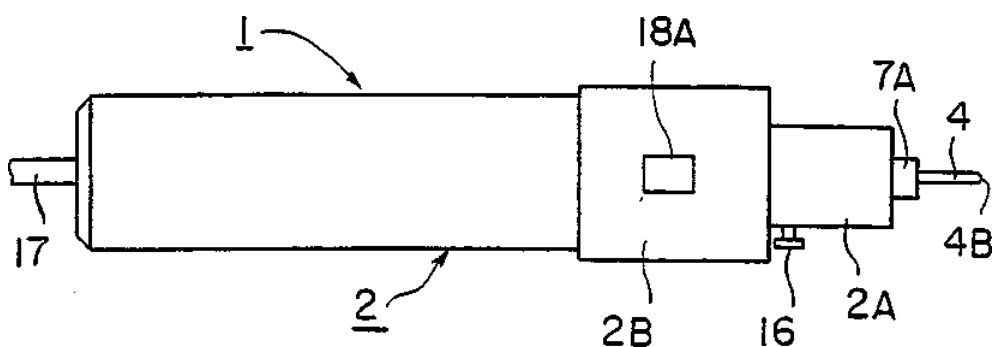
Odnosząc się do rys. 22 do 24, nóż ultradźwiękowy 1 składa się z rurowej obudowy 2, w której umieszczony jest generator fal ultradźwiękowych 3, oraz z ostrza tnącego 4 zamocowanego odłączalnie na jednym końcu generatora fal ultradźwiękowych 3, mianowicie na prawym końcu noża pokazanego na rys. 22.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 22. Przekrój noża ultradźwiękowego patent numer 5.355.587

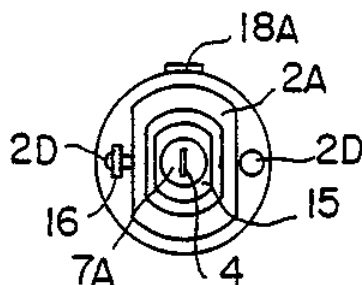


Rys. 23. Widok noża ultradźwiękowego patent numer 5.355.587

Obudowa 2 jest tak skonstruowana, że można ją podzielić na dwie części, to znaczy na przednią część obudowy 2A i tylną część obudowy 2B. Obie części obudowy 2A i 2B są tak skonstruowane, że są dopasowane do siebie w ich wzajemnie przeciwległej części 2C i połączone ze sobą za pomocą śrub 2D (rys. 24). Tylna część obudowy 2B jest uformowana w kształt cylindryczny, podczas gdy przednia część obudowy 2A jest skonstruowana w taki sposób, że jej część 2E skierowana w stronę tylnej części obudowy 2B ma kształt cylindryczny, ale jej wiodąca część końcowa 2F jest uformowana tak, że jej wzajemnie przeciwległe powierzchnie są przycięte tak, aby były równoległe do siebie, jak pokazano na rys. 24.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 24. Widok czoła noża ultradźwiękowego patent numer 5.355.587

Generator fal ultradźwiękowych 3 składa się z przetwornika fal ultradźwiękowych 5 i tuby 7 sprzężonej z przetwornikiem fal ultradźwiękowych 5 poprzez element wspomagający 6. Przetwornik fali ultradźwiękowej 5 składa się z bloku aluminiowego 8, elektrody 9A, pierwszego ceramicznego oscylatora 10, elektrody 9B i drugiego ceramicznego oscylatora 11, kolejno rozmieszczonych w tej kolejności. Te elementy składowe są zamocowane za pomocą śruby (nie pokazano) w taki sposób, że są zaciskane od strony czołowej bloku aluminiowego 8 do wzmacniacza 6. Oznacza to, że ceramiczne oscylatory 10 i 11 są utrzymywane przez i pomiędzy blokiem aluminiowym 8 i elementem wzmacniającym 6 poprzez elektrody 9A i 9B, tworząc w ten sposób tak zwany oscylator typu Langevin z wewnętrznym obwodem zaciskowym. Wzmacniacz 6 ma za zadanie wzmacnianie drgań fali ultradźwiękowej wytwarzanej przez generator fali ultradźwiękowej 5 i przekazywanie jej do tuby 7. Zastosowana w tym przypadku tuba 7 ma konstrukcję, w której z jednej strony jest umieszczona część 7A o małej średnicy, a z drugiej strony część 7B o dużej średnicy. Pomiedzy dwoma częściami rogowymi 7A i 7B jest uformowana część pośrednia 7C o kształcie wykładniczym lub stożkowym. Róg 7 jest przymocowany do przedniej strony urządzenia wspomagającego 6 za pomocą śruby dwustronnej 6A. Część graniczna pomiędzy częścią rogową 7B o dużej średnicy i częścią rogową 7C o średnicy pośredniej odpowiada położeniu, w którym amplituda fali ultradźwiękowej (fali stojącej) wytwarzanej przez przetwornik fali ultradźwiękowej 5 jest równa zero i w tej części jest integralnie umieszczony kołnierz 12 do mocowania rogu 7 do obudowy 2. Kołnierz 12 jest przymocowany do obudowy w części 2C, w której przednia część obudowy 2A i tylna część obudowy 2B są zwrócone do siebie. Przetwornik fal ultradźwiękowych 5 jest utrzymywany w przybliżeniu w środku tylnej części obudowy 2B przez działanie kołnierza 13 umieszczonego na elemencie wspomagającym 6.

Ostrze tnące 4 jest włożone do głębokiego rowka (nie pokazano) utworzonego w części czołowej rogu 7 i jest w nim szczelnie zamocowane za pomocą śruby ustalającej 14. Ostrze tnące 4 można w razie potrzeby łatwo wymienić na inne. Ostrze tnące 4 posiada krawędź tnącą



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

tylko na powierzchni bocznej 4A, przy czym część czołowa 4B jest okrągła i nie posiada krawędzi tnącej.

Analiza patentu numer 6.379.371 B1 wykazała, że wynalazek dotyczy ultradźwiękowego ostrza tnącego. Ostrze jest szczególnie przydatne w zastosowaniu chirurgicznym do cięcia tkanek takich jak chrząstka i kość. W dziedzinie ortopedii, cięcie żywej kości jest warunkiem wstępnym wielu procedur. Do takich zabiegów należy rekonstrukcja uszkodzonych w wyniku wypadków struktur tkankowych, przeszczepianie zdrowej kości do miejsc uszkodzonych przez chorobę lub korekcja wrodzonych nieprawidłowości twarzy, takich jak cofnięta linia podbródka. Przez kilka stuleci zadania te były wykonywane za pomocą urządzeń zwanych piłami do kości.

Tradycyjne piły do kości dzielą się na kilka podstawowych kategorii. Ręcznie napędzane piły lub wiertła, które wymagają od operatora, aby przenieść urządzenie w sposób podobny do tego, który jest używany do narzędzi stolarskich. Zasilane urządzenia, elektryczne lub pneumatyczne, są typu tłokowego lub obrotowego. Urządzenia tłokowe używają płaskiego, podobnego do miecza ostrza, gdzie ruch tam i z powrotem jest zapewniony przez silnik, a nie przez rękę. Urządzenia obrotowe wykorzystują silnik obrotowy do obracania wiertła lub ostrza, które ma zęby rozmieszczone na obwodzie, podobnie jak ostrze piły stołowej. Wszystkie te tradycyjne piły do kości są dziś używane w procedurach medycznych na całym świecie.

Kilku badaczy zaproponowało zastosowanie narzędzi ultradźwiękowych do separacji kości. Zastosowanie ultradźwiękowych instrumentów chirurgicznych do przecinania różnych tkanek jest dobrze znane. Chociaż urządzenia te przewyższają tradycyjne piły pod kilkoma względami, takimi jak zmniejszony rozmiar szczeliny cięcia, zmniejszony hałas i możliwość wykonywania cięć o złożonej geometrii, to wzrost temperatury kości spowodowany tarcieniem na granicy ostrze-tkanka nadal stanowi istotny problem. Problem ten nasila się przy zastosowaniu ultradźwięków ze względu na szybki ruch w porównaniu z tradycyjnymi piłami. Niektórzy konstruktorzy próbowali zmniejszyć nagrzewanie poprzez modyfikację przekroju poprzecznego ostrza tnącego. U.S. Pat. No. 5.188.102 to Idernoto, U.S. Pat. Nr 4,188,952 dla Loschilov, i U.S. Pat. Nr 5.261.922 do Hooda - wszystkie przedstawiają konstrukcje do cięcia, które mają zmodyfikowane przekroje poprzeczne w celu zmniejszenia nagrzewania przez tarcie.

Kilka urządzeń ultradźwiękowych zapewniło chłodzenie ostrza tnącego z różnym skutkiem. U.S. Pat. Nr 4.823.790 Alperovich et al. przedstawia projekt ostrza skalpela chłodzonego kriogenicznie. Jednakże konstrukcja ta może w rzeczywistości uszkodzić żywną



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

tkankę w wyniku zamrożenia. Ponadto, ta konstrukcja nie zapewnia żadnego chłodzenia otaczającej tkanki, która nie jest w bezpośrednim kontakcie z ostrzem.

U.S. Pat. 5.205.817, 5.188.102 i 4.832.683, wszystkie autorstwa Idernoto, przedstawiają przykłady instrumentów ultradźwiękowych z możliwością chłodzenia ciecżą. Jednakże, instrumenty te albo nie zapewniają optymalnego przepływu chłodziwa tam, gdzie jest ono potrzebne, głównie w części tnącej ostrza, albo w przypadku tych, które zapewniają chłodzenie na końcówce, przerywają krawędź tnącą otworami dla chłodziwa. Przerwana, nierówna krawędź tnąca utrudnia manipulację i prowadzenie ostrza na powierzchni kości.

Jednym ze zjawisk związanych z narzędziami ultradźwiękowymi, które utrudniają korzystne działanie irygacji miejsca operowanego, jest atomizacja ultradźwiękowa. Kiedy ciało wibrujące ultradźwiękowo wejdzie w kontakt z płynem, płyn ten zostaje rozbity na małe kropelki, których wielkość jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości drgań. Innymi słowy, im wyższa częstotliwość, tym mniejsza i bardziej ruchliwa kropla cieczy. Kropelki powstałe w wyniku wibracji ultradźwiękowych mogą mieć bardzo małe rozmiary, niektóre z nich mają średnicę mniejszą niż 1 mikron. Zjawisko to jest dobrze znane w przemyśle. W rzeczywistości, wiele urządzeń przeznaczonych do rozpylania cieczy, takich jak nawilzacze powietrza, nebulizatory medyczne i przemysłowe rozpylacze natryskowe, opiera się na tej zasadzie. W sali operacyjnej, jednakże, obecność nebulizowanych cząsteczek jest niepożądana, ponieważ cząsteczki te mogą zawierać czynniki wirusowe lub bakteryjne. Ponadto, część płynu zostanie rozpylona przed dotarciem do miejsca operowanego, zmniejszając efektywność chłodzenia. Potrzebny jest skuteczny sposób na zapewnienie transportu płynu.

Niniejszy wynalazek rozpoznaje potrzebę istnienia ulepszonego ostrza do stosowania w ultradźwiękowych urządzeniach tnących. Wynalazek dotyczy ostrza do cięcia ultradźwiękowego, które umożliwia cięcie z cienkimi krawędziami, nie wymaga wstępnie wywierconych otworów do cięcia, umożliwia cięcie o złożonej geometrii, ma ciągłą powierzchnię cięcia i zapewnia nawadnianie ciecżą głównie na granicy ostrze-tkanka. Bardziej szczegółowo, niniejszy wynalazek dotyczy ultradźwiękowo wibrującego ostrza tnącego z możliwością dostarczania czynnika chłodzącego do zmniejszania i ograniczania uszkodzeń termicznych żywej tkanki. Niniejszy wynalazek jest szczególnie ukierunkowany na zastosowanie do cięcia żywych kości w chirurgii, chociaż urządzenie nie jest wyłączone do tego zastosowania.

Ultradźwiękowe ostrze chirurgiczne według niniejszego wynalazku składa się z korpusu ostrza posiadającego gładko ciągłą krawędź tnącą i ponadto zawiera trzonek połączony na



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

jednym końcu z korpusem ostrza i dający się operacyjnie połączyć na przeciwległym końcu ze źródłem drgań ultradźwiękowych.

Korzystnie, krawędź tnąca jest umieszczona w jednej płaszczyźnie i ma przekrój łukowy. Część łukowa jest zasadniczo okrągła i jest umieszczona na korpusie ostrza naprzeciwko trzpienia. Krawędź tnąca zawiera dodatkowo parę prostych odcinków, które są ciągłe z odcinkiem kołowym na przeciwległych końcach. W przypadku, gdy korpus ostrza ma oś wzdłużną, odcinki proste są zorientowane zasadniczo równoległe do tej osi.

Zgodnie z inną cechą niniejszego wynalazku, trzon jest zaopatrzonej w osiowo rozciągający się otwór do przenoszenia płynu chłodzącego na krawędź tnącą, podczas gdy korpus ostrza jest zaopatrzonej w osiowo rozciągającą się przelotową szczelinę łączącą się na jednym końcu z otworem. Korpus ostrza jest korzystnie wyposażony na końcu przeciwległym do trzpienia w zagłębienie łączące się z otworem dla rozprowadzania płynu ze szczeliny w kierunku krawędzi tnącej. Korzystnie wgłębienie ma konfigurację, która jest równoległa do co najmniej jednej krawędzi tnącej. Gdy krawędź tnąca jest okrągła, a korpus ostrza ma planarną powierzchnię pomiędzy powierzchnią prowadzącą rozprowadzającą płyn a krawędzią tnącą, na przykład, wgłębienie ma powierzchnię rozprowadzającą płyn nachyloną w stosunku do planarnej powierzchni ostrza i rozciągającą się wzdłuż łuku kołowego.

Gdzie powierzchnia prowadząca rozprowadzania cieczy jest nachyloną powierzchnią rozciągającą się pomiędzy przejściem lub otworem a krawędzią tnącą.

Podstawowe zalety wynikające z niniejszego wynalazku są następujące. Krawędź ostrza jest ciągła, tj. nie posiada zębów, ząbków ani pustych przestrzeni. Ta ciągłość zapewnia gładką powierzchnię styku, niezbędną przy wykonywaniu precyzyjnych cięć. W przeciwieństwie do ostrza do cięcia ultradźwiękowego, które posiada ząbki, ząbkowania lub przerwy, zmienia się wycucie instrumentu i trudniej jest go prowadzić, gdy ząbki, ząbkowania lub przerwy są przesuwane po kości w miejscu operowanym. Zęby na krawędzi ostrza nie tylko nie zwiększają prędkości cięcia, ale utrudniają utrzymanie krawędzi na wcześniej ustalonej linii cięcia. Ciągła krawędź ostrza w niniejszym wynalazku zapewnia również spójne odczucie procesu cięcia przez chirurga, podobne do odczucia przy stosowaniu standardowego ostrza skalpela.

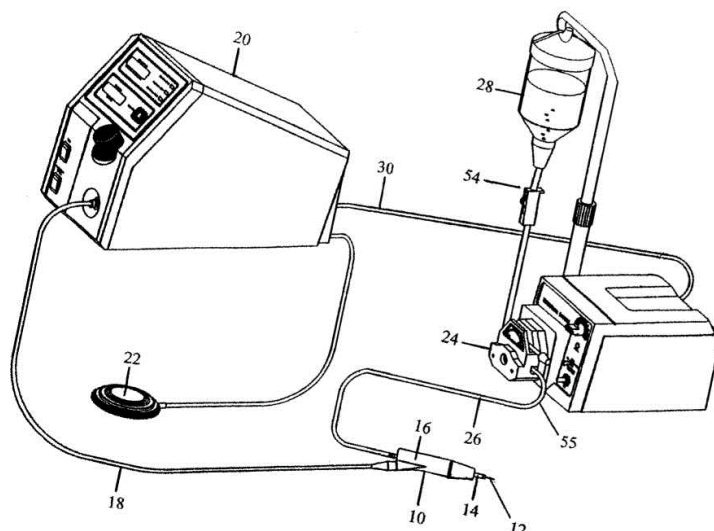
Kolejną zaletą obecnego instrumentu ultradźwiękowego jest struktura wewnątrz ostrza zapewniająca nawadnianie krawędzi ostrza. Eksperymenty wykazały, że atomizacja jest znacznie zredukowana. Dodatkowo płyn chłodzący jest dostarczany wzdłuż boku ostrza i do cięcia, ale mechanizm dostarczania nie przerywa krawędzi cięcia, co okazało się istotne dla odczuć i działania instrumentu.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Zalety tego wynalazku poza jego zastosowaniem pozwalają przewidzieć, że w wyniku użycia tego narzędzia będzie mniej martwej kości i przy zminimalizowanej szerokości cięcia. Dzięki temu cięcie jest wąskie i zapewnia szybsze gojenie niż w przypadku, gdyby kość została przegrzana prowadząc do martwicy lub gdyby cięcie było szersze.

Jak pokazano na rys. 25, ultradźwiękowy system chirurgiczny zawiera kątnicę 10 wyposażoną w ostrze tnące 12. Kątnica 10 jest przymocowana do ostrza 12 za pośrednictwem sondy 14 i zawiera ponadto obudowę 16, w której znajduje się zespół kryształu piezoelektrycznego w rodzaju ujawnionego w U.S. Pat. Nr 5.371.429 do Manna. W odpowiedzi na sinusoidalny sygnał oscylacyjny przekazywany przewodem 18 z generatora ultradźwięków 20, zespół kryształu w sondzie wytwarza wzdłużne ultradźwiękowe fale ciśnieniowe przekazywane przez sondę 14 do ostrza 12. Generator sygnału 20 uruchamiany jest za pomocą przycisku nożnego 22. Kątnica 10 jest również połączona z pompą irygacyjną 24 poprzez przewód 26. Pompa 24 przenosi płyn irygacyjny z rezerwuaru lub worka do podawania kroplówek 28 przez rurkę 26 do kątnicy 10 w odpowiedzi na sygnał przekazywany kablem 30 z generatora sygnału 20 pod kontrolą przełącznika nożnego 22.



Rys. 25. Widok urządzenia wyposażanego w ultradźwiękowe ostrze chirurgiczne z podawaniem cieczy

Drgania mechaniczne wytwarzane przez zespół kryształów piezoelektrycznych w kątnicy 10 są wzmacniane mechanicznie poprzez kształt przetwornika i dalej poprzez kształt sondy 14 i ostrza 12, przy użyciu technik znanych osobom biegłym w sztuce ultradźwięków. Sonda 14 jest przymocowana do kątnicy 10 poprzez zewnętrzne połączenie gwintowane 31,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

pokazane na rys. 26. Sonda 14 jest więc wymierna przez użytkownika, co ułatwia stosowanie jednorazowych sterylnych ostrzy 12 podczas kolejnych zabiegów.

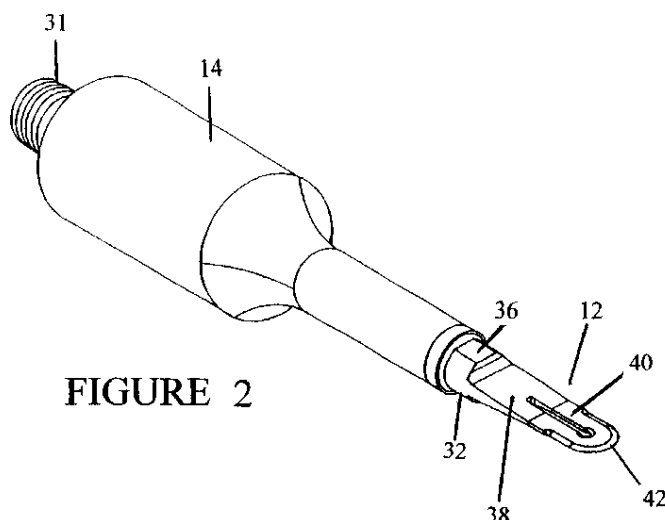


FIGURE 2

Rys. 26. Ultradźwiękowe ostrze chirurgiczne

Kątnica 10 może być sterylizowana w autoklawie, jak również innymi konwencjonalnymi metodami. Chociaż sonda 14 może być sterylizowana, utrzymanie dobrej krawędzi tnącej i czystości jest tak istotną kwestią, że przewidziano zastosowanie jednorazowej końcówki lub jednorazowego zespołu sonda/końcówka. Podstawowym zadaniem sondy 14 jest mechaniczne wzmacnianie drgań pochodzących z zespołu przetwornika piezoelektrycznego i przekazywanie tych drgań na ostrze tnące 12.

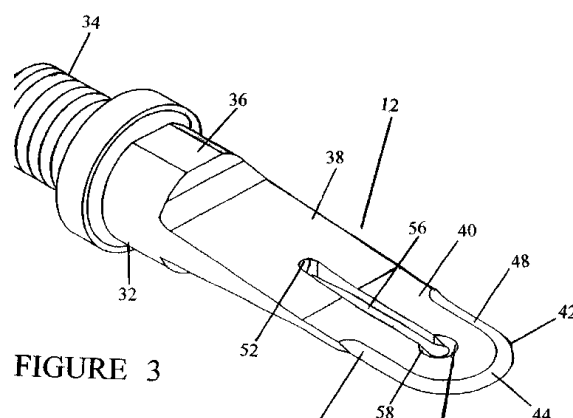


FIGURE 3

Rys. 27. Widok ostrza tnącego



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Jak pokazano na rys. 27, ostrze tnące 12 zawiera integralną część chwytową 32 z zewnętrznym gwintem śrubowym 34 do wymiennego mocowania ostrza do sondy 14. Alternatywnie, ostrze 12 może być na stałe przymocowane do sondy 14. W pierwszym przypadku, ostrze 12 jest dokręcane kluczem (nie pokazano) przyłożonym do powierzchni 36 na części chwytowej 32. Ostrze 12 jest ukształtowane w taki sposób, aby wzmocnić wzdłużny ruch drgający. Dokładniej, ostrze 12 zawiera stożkową lub klinową część 38 połączoną z częścią trzonową 32, służącą do skupiania lub koncentrowania energii drgań ultradźwiękowych i przekazywania tej energii do płaskiej części 40 ostrza 12. Cały zespół przetwornika, tuby i końcówki jest zaprojektowany tak, aby rezonować w ruchu wzdłużnym lub w przód i w tył. Ruch ten zapewnia działanie tnące na końcówce ostrza 12. Planarna część ostrza 40 jest zaopatrzona na końcu naprzeciwko stożkowej części 38 i trzonu 32 w krawędź ostrza 42 zawierającą centralną, kolistą łukowatą część 44 i parę liniowych części końcowych 46 i 48. Ostrze lub krawędź tnąca 44 jest zaostrzona wzdłuż pełnego promienia łukowatego odcinka 44, jak również wzdłuż prostych odcinków 46 i 48, z krawędzią typu nożowego, którą można płynnie ciągnąć do przodu i do tyłu ruchem szczerkowym. Taka struktura krawędzi tnącej pozwala użytkownikowi na utrzymanie stałego ruchu na końcówce, co jak wykazano jest ważne dla zapobiegania przegrzewaniu tkanki w miejscu operowanym.

Kolejny zaprezentowany patent numer US 8.512.094, został wybrany ze względu na zastosowanie noża ultradźwiękowego jako narzędzia (element wykonawczy) urządzenia o kinematyce umożliwiającej przecinanie lub obróbkę elementów trójwymiarowych.

Niniejszy wynalazek dotyczy ultradźwiękowej metody przycinania do efektywnego cięcia przedmiotu obrabianego, takiego jak arkusz materiału składającego się z miękkiego materiału, tj.: tworzywo sztuczne, tkanina lub guma, materiału kompozytowego lub materiału zawierającego włókno szklane, nawet gdy przedmiot obrabiany ma kształt trójwymiarowy.

Pierwszym i podstawowym celem niniejszego wynalazku jest dostarczenie metody ultradźwiękowego przycinania, która będzie pozwalała na efektywne wykonywanie cięcia.

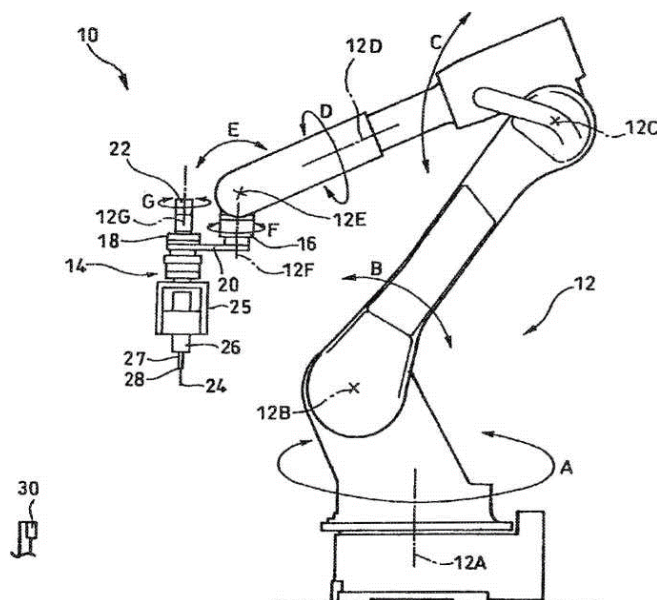
Drugim przedmiotem wynalazku jest dostarczenie ultradźwiękowej metody skrawania, która pozwoli na skuteczne wykonywanie pożądanego skrawania poprzez stabilne utrzymywanie przedmiotu obrabianego uformowanego w kształt trójwymiarowy.

Trzecim przedmiotem wynalazku jest zastosowanie ultradźwiękowej metody skrawania, w której zwiększono liczbę stopni swobody w celu wyeliminowania dowolnego punktu osobliwego, dzięki czemu można skutecznie przeprowadzić uczenie robota i uzyskać dobrą szybkość działania.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Jak pokazano na 28, ultradźwiękowe urządzenie do przycinania 10 według niniejszego wynalazku składa się z robota przegubowego 12 (zwanego dalej robotem 12), urządzenia tnącego 14 i kamienia szlifierskiego 30.



Rys. 28. Widok ultradźwiękowego urządzenia do przycinania wg patentu numer US 8.512.094

Robot 12 w tym wykonaniu zbudowany jest z sześciosiowego pionowego robota przegubowego, który ma sześć stopni swobody zapewnionych przez sześć przegubów wskazanych strzałkami A, B, C, D, E i F. Do ramienia 16 na końcu robota 12 jest podłączone dodatkowe ramię 18 posiadające linię osi równoległą do linii osi (szósta oś 12F) ramienia 16 poprzez ramię łączące 20. Ponieważ wyżej wymieniony sześciosiowy pionowy robot przegubowy jest typu ogólnego, pominięto jego szczegółowy opis. Na RYS. 1, symbole 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, i 12F reprezentują, odpowiednio, od pierwszego do szóstego przegubu, sześciosiowego pionowego robota przegubowego.

Dodatkowe ramię 18 może być przemieszczane obrotowo wokół siódmej osi 12G, jak pokazano strzałką G, za pomocą silnika 22 połączony z dodatkowym ramieniem 18. Ponieważ dodatkowe ramię 18 może być przemieszczane obrotowo, stopnie swobody robota 12 są zwiększone do siedmiu, a zatem opisane później ostrze tnące 24 może zawsze utrzymywać swoje położenie tak, aby było ustawione wzdłuż kierunku cięcia.

Wspomniany wyżej przyrząd tnący 14 jest podparty na końcowej stronie dodatkowego ramienia 18. Urządzenie tnące 14 składa się z bloku nośnego 25 przymocowanego do końca



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

dotychczasowego ramienia 18, oscylatora ultradźwiękowego 26 przymocowanego do bloku nośnego 25, oscylatora 27 i tuby nośnej 28 przymocowanej do oscylatora ultradźwiękowego 26 oraz wspomnianego powyżej ostrza tnącego 24, które jest podtrzymywane przez tubę nośną 28.

Oscylator ultradźwiękowy 26 jest tak usytuowany, że wibruje w kierunku osi obrotu dodatkowego ramienia 18, tj. w kierunku siódmej osi 12G. Dlatego ostrze tnące 24 wibruje w kierunku siódmej osi 12G.

Wspomniane wyżej ostrze tnące 24 jest uformowane w kształt płaskiej płyty przez zastosowanie super twardego materiału posiadającego sprężystość. W robocie przegubowym 12 posiadającym wyżej wspomniane dodatkowe ramię 18 dodane do niego, a zatem posiadającym siedem stopni swobody, dodatkowe ramię 18 może być obracane za pomocą silnika 22 w celu sterowania jego położeniem. W ten sposób można utrzymać takie położenie ostrza tnącego 24 o kształcie płaskiej płyty, że krawędź tnąca ostrza tnącego 24 przecina z góry określoną linię cięcia CL i że płaska płyta (płaska płaszczyzna) zawierająca krawędź tnącą służy jako powierzchnia stykowa, dzięki czemu ostrze tnące 24 może być przesuwane wzdłuż z góry określonej linii cięcia CL z krawędzią tnącą zawsze skierowaną w kierunku cięcia.

Określona linia cięcia jest ustalana na podstawie danych wprowadzonych wcześniej do aparatury sterującej (nie pokazano) robota 12 poprzez uczenie lub program. Robot 12 przesuwa ostrze tnące 24 wzdłuż z góry określonej linii cięcia.

Ponadto, położenie ostrza tnącego 24 w czasie cięcia, czas szlifowania opisany później, ruch ostrza tnącego 24 w kierunku elementu szlifującego i położenie ostrza tnącego 24 w czasie szlifowania są określane na podstawie danych wprowadzonych z wyprzedzeniem poprzez uczenie lub program.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu publikacji prezentowanych na łamach czasopism naukowych można stwierdzić, że wiele tradycyjnych technik przetwarzania żywności osiąga swoją optymalną wydajność, przy jednoczesnym wzroście popytu i zaostrzających się przepisach dotyczące jakości żywności i ochrony środowiska. Badania wykazują, że ultradźwięki mogą odegrać ważną rolę w technologii żywności: w przetwarzaniu, konserwacji, jak również ekstrakcji. Konwencjonalne technologie cięcia i czyszczenie nie pozwalają na przetwarzanie dużych partii owoców, ze względu na ograniczenia technologiczne, to jednak zastosowanie w tej obróbce ultradźwięków w znaczący sposób może podnieść wydajność w tych procesach. Badanie rynkowe dotyczące możliwych przyszłych zastosowań nowych technologii procesowych (takich jak mikrofały, ultradźwięki) w przemyśle a zwłaszcza w przemyśle spożywczym wykazały, że wiele firm niechętnie



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

przychyla się do stosowania tych nowych technologii. Główną przyczyną jest słabe zrozumienie nowych technik przez specjalistów z branży spożywczej oraz przywiązanie do tradycyjnych technologii.

Technologia ultradźwiękowa doskonale sprawdza się wszędzie tam, gdzie tradycyjne cięcie sprawia wiele trudności. Konsystencja produktów tzn.: produkty kruche, delikatne, twarde, zmrożone, czy też kremowe nie stanowią najmniejszego problemu dla technologii cięcia z użyciem ultradźwięków. Największą zaletą cięcia ultradźwiękowego jest to, że nie dochodzi do deformacji produktu. Minimalistyczne tarcie powierzchniowe zapewnia czyste cięcie, przy znikomym nagromadzeniu się resztek produktu na ostrzu. Czyste i sprawne cięcie ogranicza czas czyszczenia ostrza do minimum, co przekłada się na zwiększenie efektywności produkcji.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

5. Zasady dobru materiałów konstrukcyjnych

Rozdział piąty przedstawia wytyczne w zakresie doboru materiałów konstrukcyjnych, które będą miały kontakt z żywnością. Materiały zawarte w niniejszym rozdziale zostały opracowane na podstawie analizy literatury [53 do 59]. Zapewnienie bezpieczeństwa żywności zależy nie tylko od jakości surowców, ale również od maszyn i urządzeń będących wyposażeniem zakładów gastronomicznych. Wiele części urządzeń gastronomicznych oraz mebli stosowanych w lokalach gastronomicznych ma bezpośredni kontakt z produktami żywnościowymi, dlatego muszą być wykonane z materiałów bezpiecznych dla zdrowia ludzi. Materiały powinny spełniać określone wymogi Unii Europejskiej. W Polsce wdrożony został system HACCP [Analiza Zagrożeń i Kontrola Punktów Krytycznych], który dba o to, by produkty były przygotowywane w warunkach zapewniających bezpieczeństwo zdrowotne. Żeby system HACCP zapewniał całokształt zagadnień związanych z otrzymaniem żywności wysokiej jakości, musi być stosowany z systemami GMP (Dobra Praktyka Produkcyjna) i GHP (Dobra Praktyka Higieniczna). Materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością muszą być produkowane zgodnie z systemem GMP. W żadnym wypadku nie mogą powodować przenikania do żywności substancji, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka, powodować zmiany w składzie żywności lub pogorszenie jej cech organoleptycznych.

Prawo UE wprowadza normy bezwzględnie wiążące, którym muszą się podporządkować podmioty działające na rynku. Normy mogą mieć zakres ogólny, tj. stosować się do wszystkich FCM, albo szczegółowy, odnosząc się tylko do określonych materiałów. Prawo UE może być uzupełnione o przepisy krajowe państw członkowskich, jeżeli brak szczegółowych norm UE.

Przepisy ogólne:

Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 wprowadza zharmonizowane ramy prawne na szczeblu UE. Wyznacza ogólne zasady bezpieczeństwa i obojętności dla wszystkich FCM.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6. Materiały UE do kontaktu z żywnością (FCM – Food Contact Materials)

Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością, uchylające dyrektywy 80/590/EWG i 89/109/EWG określa ogólne wymagania, jakie muszą spełniać wszystkie finalne materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością, nie zadrukowane i zadrukowane, bez względu na rodzaj surowca, z jakiego zostały wytworzone.

W UE istnieje rozporządzenie ramowe – rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 – które określa ogólne zasady bezpieczeństwa dla materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Rozporządzenie dotyczy bezpieczeństwa konsumenta, wymagając, aby materiały FCM:

- nie uwalniały swoich składników do żywności na poziomach szkodliwych dla ludzkiego zdrowia,
- nie zmieniały składu żywności w sposób niedopuszczalny,
- nie powodowały zmian w smaku lub zapachu (organoleptyka) żywności.

W rozporządzeniu ramowym przewidziano 17 grup materiałów wymagających stosowania szczególnych środków, jednak tylko kilka z nich zostało faktycznie wdrożonych w całej UE. Konkretnie postępowanie w UE obowiązuje w odniesieniu do tworzyw sztucznych, procesów recyklingu tworzyw sztucznych, folii z regenerowanej celulozy, ołowiu i kadmu w ceramice oraz aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów.

W przypadku braku unijnych szczególnych środków postępowania, państwa członkowskie mogą utrzymywać lub przyjąć własne przepisy krajowe dotyczące materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) zajmuje się oceną bezpieczeństwa substancji stosowanych w FCM. Przedsiębiorstwa mogą składać wnioski do właściwego organu krajowego państwa członkowskiego Unii, który przekazuje ten wniosek do EFSA lub bezpośrednio składać wniosek do EFSA. EFSA ocenia również bezpieczeństwo substancji w sposób ciągły i w razie konieczności ogranicza stosowanie takich substancji.

Zgodnie z rozporządzeniem ramowym, materiały mające kontakt z żywnością wytwarzane są zgodnie z dobrymi praktykami wytwarzania (GMP). W rozporządzeniu GMP (WE) 2023/2006 ustanowiono dobre praktyki wytwarzania w odniesieniu do materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością (FCM). Dobre praktyki wytwarzania obowiązują we wszystkich punktach łańcucha produkcyjnego materiałów przeznaczonych do kontaktu



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

z żywnością. Zasady mają na celu zapewnienie, że procesy produkcyjne są dobrze kontrolowane, tak aby specyfikacje FCM były zgodne z obowiązującymi wymaganiami.

Bezpieczeństwo materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością jest oceniane przez podmioty gospodarcze wprowadzające je do obrotu i stale monitorowane przez właściwe organy państw członkowskich. Europejskie laboratorium referencyjne materiałów do kontaktu z żywnością (EURL-FCM) utrzymuje właściwą wiedzę naukową i kompetencje techniczne w zakresie metod testowania.

W UE informacje o składzie materiałów FCM muszą być przekazywane w łańcuchu dostaw za pośrednictwem Deklaracji zgodności (DoC). Deklaracje te mają zapewnić identyfikowalność i przejrzystość w całym łańcuchu dostaw. Ostateczna odpowiedzialność spoczywa na przedsiębiorcy wprowadzającym FCM/opakowania na rynek. Przedsiębiorca używa Deklaracji, aby potwierdzić bezpieczeństwo FCM. Istnieją specyficzne wymagania DoC dotyczące tworzyw sztucznych, tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu, ceramiki oraz aktywnych i inteligentnych materiałów.

W Załączniku I do rozporządzenia znajdziemy wykaz grup materiałów i wyrobów, które powinny być objęte odrębnymi szczególnymi aktami prawnymi:

1. Aktywne i inteligentne materiały i wyroby.
2. Kleje.
3. Wyroby ceramiczne.
4. Korek.
5. Wyroby gumowe.
6. Szkło.
7. Żywice jonowymienne.
8. Metale i stopy.
9. Papier i tekturę.
10. Tworzywa sztuczne.
11. Farby drukarskie.
12. Regenerowana celuloza.
13. Silikony.
14. Wyroby włókiennicze.
15. Lakiery i powłoki.
16. Drewno.
17. Woski.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Tworzywa sztuczne

Rozporządzenie (UE) nr 10/2011 dotyczy FCM, które są materiałami i wyrobami z tworzyw sztucznych. Określa ono zasady dotyczące składu FCM z tworzyw sztucznych i ustanawia listę substancji (wykaz unijny) dozwolonych do stosowania w produkcji FCM z tworzyw sztucznych. Rozporządzenie w sprawie tworzyw sztucznych określa ograniczenia w stosowaniu FCM i ustanawia zasady co do zgodność materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych.

Podstawowe wymagania rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych obejmują:

- Wymagania dotyczące składu. Jedynie substancje uprawnione do obrotu (na unijnym wykazie) mogą być celowo wykorzystywane do produkcji materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych.
- Szczegółowe i ogólne limity migracji oraz reguły testowania migracji.
- Przepisy szczegółowe dotyczą wielowarstwowych materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych oraz wielowarstwowych kompozycji różnych materiałów.
- Wymagania Deklaracja zgodności (DoC). Deklaracja zgodności musi być dostępna na wszystkich etapach rynkowych innych niż etapy detaliczne. Prezentowane dokumenty pomocnicze muszą zawierać oświadczenie o zgodności.
- Wymagania dotyczące oceny ryzyka niezamierzonego dodania substancji (NIAS).

Opakowania z tworzyw sztucznych mogą zawierać inne substancje, takie jak tusze, kleje i powłoki. Nie są one uwzględnione w wykazie unijnym, ale muszą spełniać powiązane warunki, jeżeli znajdują się na unijnym wykazie.

Materiały i artykuły z tworzyw sztucznych

Materiały i artykuły z tworzyw sztucznych obejmują następujące rodzaje produktów:

- Materiały pośrednie z tworzyw sztucznych (np. żywice i folie do dalszej konwersji) i takie, które mają już ostateczny skład, ale nadal wymagają obróbki mechanicznej, aby osiągnąć ostateczny kształt wyrobu, bez jakiegokolwiek modyfikacji preparatu (np. termicznie formowane arkusze i wstępnie formowane butelki);



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Finalne materiały z tworzyw sztucznych lub wyroby mające kontakt z żywnością gotowe do kontaktu z żywnością (np. materiały opakowaniowe, pojemniki do przechowywania żywności, przybory kuchenne lub naczynia, i tak dalej);

gotowe elementy z tworzywa sztucznego końcowego materiału kontaktującego się z żywnością lub wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością, które trzeba tylko połączyć lub zmontować, podczas pakowania / napełniania lub wcześniej, w celu uzyskania końcowego artykułu (np. butelka i nakrętka, tacka i wieczko, części przyborów kuchennych lub maszyn do przetwarzania żywności) i warstwy z tworzywa sztucznego wewnątrz gotowych wielowarstwowych różnorodnych materiałach.

Rozporządzenie dotyczące tworzyw sztucznych nie ma zastosowania do:

- lakierowanych lub nielakierowanych regenerowanych folii celulozowych, które objęte są dyrektywą Komisji 2007/42/WE 8;
- guma;
- papieru i tektury, modyfikowanych lub nie poprzez dodanie tworzyw sztucznych;
- powłok powierzchniowych otrzymywanych z wosków parafinowych, w tym syntetycznych wosków parafinowych i / lub wosków mikrokrystalicznych lub mieszaniny wosków wymienionych powyżej łączonych wzajemnie i / lub z tworzywami sztucznymi;
- żywic jonowymiennych i
- silikonów.

Tworzywa sztuczne wytwarzane z recyklingowanych tworzyw sztucznych pochodzące z mechanicznych procesów recyklingu są objęte również innym rozporządzeniem — Rozporządzeniem (WE) nr 282/2008. Rozporządzenie ma na celu kontrolowanie procesu recyklingu przetwarzanych materiałów i artykułów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością, z wyjątkiem produktów oddzielonych od żywności za pomocą funkcjonalnej warstwy barierowej.

Lista unijna

Lista unijna przeznaczona jest do zdefiniowania wszystkich substancji, które są funkcjonalnymi składnikami tworzyw sztucznych używanych w UE do kontaktu z żywnością. Jeżeli substancja znajdująca się na unijnym wykazie jest używana jako FCM, to musi ona być zgodna z powiązаныmi specyfikacjami i limitami migracji, chyba że wyraźnie określono, że specyfikacje lub limity migracji nie mają zastosowania.

Lista unijna obejmuje monomery i inne materiały wyjściowe stosowane do wytwarzania polimerów — np. wymienione są „bloki do budowania”, a nie gotowe polimery.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Lista unijna obejmuje również dodatki, które mają być obecne w końcowym materiale, takie jak emulgatory, wypełniacze, utwardzacze, stabilizatory i tak dalej. Obejmuje także środki pomocnicze do produkcji polimerów (PPA), takie jak środki kontroli przepływu, regulatory pH, rozpuszczalniki, środki powierzchniowo czynne i tak dalej.

Do unijnego wykazu mogą być dodawane nowe substancje, co wymaga złożenia wniosku do właściwego organu krajowego, który następnie przekazuje wniosek do Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). EFSA ma 6 miesięcy na wydanie opinii na temat ważnego wniosku (co może być przedłużone na dodatkowy rok). Po otrzymaniu pozytywnej opinii EFSA, Komisja Europejska podejmuje decyzję w sprawie zezwolenia na substancję i w stosownych przypadkach, sporządza poprawkę do rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych w celu włączenia tej substancji do wykazu unijnego.

Istnieją niektóre rodzaje substancji, które nie są ujęte na liście unijnej, co oznacza, że substancje inne niż wymienione na liście mogą być stosowane w tworzywach sztucznych. Należą do nich niektóre PPA, listwy, mieszaniny, dodatki i struktury makromolekularne. Istnieją dodatkowe wyjątki dla substancji, w tym substancji pomocniczych w polimeryzacji; substancji niezamierzenie dodanych; barwników, rozpuszczalników i monomerów, innych substancji wyjściowych i dodatków stosowanych tylko w powłokach powierzchniowych, żywicach epoksydowych, promotorach adhezji i tuszach drukarskich.

Limity migracji

Regulacje dotyczące tworzyw sztucznych, takich jak FCM obejmują limity migracji, które określają maksymalną ilość substancji dopuszczonych do migracji do żywności. Dla substancji znajdujących się na unijnym wykazie, w rozporządzeniu w sprawie tworzyw sztucznych określono szczegółowe granice migracji (SML), które EFSA ustala na podstawie danych dotyczących toksyczności każdej konkretnej substancji. Ogólna migracja do żywności wszystkich substancji w sumie nie może przekroczyć całkowitego limitu migracji (OML) równego 60 mg na kilogram żywności lub 10 mg/dm² materiału kontaktowego. Rozporządzenie w sprawie tworzyw sztucznych określa szczegółowe zasady sprawdzania migracji.

Materiały i artykuły wielowarstwowe

Materiały i artykuły wielowarstwowe składają się z dwóch lub więcej warstw. Warstwy mogą być trzymane razem za pomocą klejów lub w inny sposób. Rozporządzenie w sprawie tworzyw sztucznych ma zastosowanie do warstw z tworzywa sztucznego, nawet jeśli warstwy te są połączone z warstwami z innych materiałów, tworząc wielomateriałowy wyrób



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

wielowarstwowy. Dotyczy to tylko samych warstw tworzywa sztucznego, a nie ostatecznego wyrobu wykonanego z warstw tworzywa sztucznego i warstw innych materiałów.

Wielowarstwowe materiały lub artykuły z tworzywa sztucznego wykonane są wyłącznie z warstw tworzywa sztucznego, które są utrzymywane razem za pomocą klejów lub w inny sposób, mają nadruki lub nie i są pokryte lub niepokryte powłokami. Ostateczny wielowarstwowy materiał lub wyrób z tworzywa sztucznego musi być zgodny z określonymi limitami migracji (SML) określonymi dla substancji dozwolonych na unijnym wykazie. Ostateczny wielowarstwowy materiał lub wyrób z tworzywa sztucznego musi również być zgodny z ogólnym limitem migracji (OML), niezależnie od warstwy, z której pochodzą składniki.

Wielomateriałowe wielowarstwowe materiały lub artykuły składają się z dwóch lub więcej warstw różnych rodzajów materiałów, z których co najmniej jedna jest warstwą z tworzywa sztucznego. Końcowe materiały i artykuły nie muszą być zgodne z SML i OML z rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych, ponieważ składają się one z różnych materiałów, dla których nie istnieją jeszcze żadne zharmonizowane szczególne środki na szczeblu UE. Warstwy z tworzyw sztucznych mogą składać się wyłącznie z substancji znajdujących się w wykazie unijnym. Same warstwy z tworzywa sztucznego nie muszą być zgodne z limitami SML i OML określonymi w rozporządzeniu w sprawie tworzyw sztucznych, ponieważ migracja tu może nie być reprezentatywna dla migracji do żywności materiału finalnego. (Warstwy z tworzyw sztucznych muszą spełniać ograniczenia określone dla monomerów chlorku winylu pod względem zawartości ich pozostałości i wykrywalnej migracji.)

Warstwa z tworzywa sztucznego mająca bezpośredni kontakt z żywnością musi zawsze spełniać wymogi dotyczące składu z rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych. Warstwa z tworzywa sztucznego znajdująca się za warstwą tworzywa sztucznego w kontakcie z żywnością może być wytwarzana z dodatkami lub monomerami niewymienionymi w wykazie unijnym lub nie musi spełniać wszystkich ograniczeń lub specyfikacji określonych w wykazie unijnym, jeśli jedna z warstw oddzielających ją od żywności działa jako bariera funkcjonalna. Oznacza to, że monomer lub dodatek niewymieniony w wykazie unijnym można stosować do wytwarzania warstwy znajdującej się za barierą funkcjonalną, jeżeli migracja tej substancji nie jest wykrywalna w żywności, przy czym granica wykrywalności wynosi 0,01 mg/kg (10 ppb). Pojęcie bariery funkcjonalnej nie może być stosowane w przypadku substancji mutagennych, rakotwórczych lub toksycznych dla rozrodczości lub substancji nanocząsteczkowych.

Deklaracja zgodności



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

W UE informacje o składzie FCM muszą być przekazywane w całym łańcuchu dostaw. Deklaracja zgodności (DoC) to dokument dostarczany klientowi przez dostawców na etapach rynkowych z wyłączeniem sprzedawców detalicznych. Potwierdza ona klientowi zgodność produktu z odpowiednimi wymaganiami rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych i rozporządzenia ramowego, a także dostarcza istotne informacje niezbędne do ustalenia lub sprawdzenia zgodności produktu z odpowiednimi przepisami.

Każdy producent musi zadeklarować zgodność w etapach produkcji, za które odpowiada, np. w produkcji monomerów, produkcji półproduktów z tworzyw sztucznych, produkcji wyrobów. Producenci klejów, tuszów drukarskich i powłok, jeśli używają swoich produktów do materiałów lub artykułów z tworzyw sztucznych lub półproduktów, powinni dostarczać swoim klientom „odpowiednie” informacje, które pozwolą producentowi wyrobu z tworzyw sztucznych na wystawienie deklaracji zgodności (DoC).

Załącznik IV do rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych zawiera standardowy formularz deklaracji zgodności. Deklarację zgodności można wydać tylko na podstawie informacji o produkcie, dla którego została wydana. Informacje te obejmują wszystkie czynności związane z zapewnieniem zgodności, które zostały wykonane przez podmiot gospodarczy, który wydał deklarację zgodności i są one zwane dokumentami pomocniczymi (art. 16 rozporządzenia w sprawie tworzyw sztucznych). Dokumenty pomocnicze są generowane i przechowywane przez podmiot gospodarczy, który wystawia deklarację zgodności. Deklaracja zgodności i „odpowiednie informacje” są potwierdzeniem „prac związanych z zapewnieniem zgodności” przeprowadzanych przez podmiot gospodarczy wydający dokumenty. Prace związane z zapewnieniem zgodności obejmują ocenę ryzyka, w tym ocenę zagrożenia substancjami dodanymi, generowanego lub obecnego w materiale, wraz z potencjalną zdolnością do migracji do żywności. Niezbędne działania w zakresie zgodności zależą od pozycji podmiotu gospodarczego w łańcuchu dostaw oraz informacji, które są dostępne dla podmiotu gospodarczego.

W rozporządzeniu ramowym istnieją również wymagania dotyczące etykietowania. Materiałom i artykułom, które jeszcze nie miały styczności z żywnością mają w razie potrzeby towarzyszyć specjalne instrukcje dotyczące bezpiecznego i właściwego stosowania.

Komisja Europejska wydała dokument zawierający wytyczne, które zawierają szczegółowe informacje na temat wielu kwestii związanych z deklaracją zgodności, w tym:

- Deklaracja zgodności i jej powiązanie z wymogami rozporządzenia ramowego i dobrych praktyk wytwarzania;
- Treść DoC i „odpowiednie informacje;”



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Zasady dotyczące tego, jakie „czynności związane ze zgodnością” należy udostępniać w różnych punktach łańcucha dostaw oraz
- Role i obowiązki różnych podmiotów w łańcuchu dostaw.

Szczegółowe wymagania co do tych materiałów zawarte są w odpowiednich dyrektywach specyficznych. Dotychczas wymagania szczegółowe w UE ustanowione zostały dla:

- tworzyw sztucznych (Rozporządzenie (UE) 10/2011 ze zmianami, Rozporządzenie (WE) Nr 282/2008 zm. 2015/1906);
- wyrobów ceramicznych (dyrektywy: 84/500/EWG i 2005/31/WE);
- folii z regenerowanej celulozy (Dyrektywa 2007/42/WE);
- gumy (Dyrektywa 93/11/EWG).

Oprócz tego tworzywa sztuczne, powłoki i kleje zostały objęte Rozporządzeniem (WE) 1895/2005, a także wydano akty obowiązujące wszystkie produkty:

- Rozporządzenie (WE) Nr 1935/2004.
- Rozporządzenie (WE) Nr 2023/2006 ze zm. 282/2008.
- Rozporządzenie (WE) Nr 450/2009.
- Decyzja UE dotycząca 2,4,4'-trichloro-2'-hydroksy-difenylo eteru.

Nie ustanowiono w ramach prawodawstwa unijnego wymagań szczególnych dla: papieru i tektury, farb drukarskich, lakierów i powłok, metali i stopów, drewna, korka, szkła, silikonów, wosków, żywic jonowymiennych, klejów oraz wyrobów włókienniczych. Ocena ich bezpieczeństwa zdrowotnego powinna zatem opierać się o przepisy krajowe, inne przepisy UE np. Rezolucje Rady Europy lub regulacje spoza UE.

Szczegółowe przepisy obowiązujące w innych krajach można znaleźć np. w dokumentach niemieckiego Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), amerykańskiego FDA 21 CFR (Code of Federal Regulation).

Przepisy prawne obowiązujące w Polsce

Wszystkie wydane w Unii Europejskiej przepisy dotyczące materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością zostały wdrożone do prawodawstwa krajowego.

Aktualnie w Polsce dla materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością obowiązują:

- rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z 27 października 2004 w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością;
- ustawa z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia;



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- rozporządzenie ministra zdrowia z 15 stycznia 2008 r. w sprawie wykazu substancji, których stosowanie jest dozwolone w procesie wytwarzania lub przetwarzania materiałów i wyrobów z innych tworzyw niż tworzywa sztuczne przeznaczonych do kontaktu z żywnością.

Rozporządzenie ramowe

Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z 2004 r. jest podstawowym aktem prawnym dotyczącym materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością, obowiązującym jako podstawowy akt prawny we wszystkich państwach Wspólnoty. Zgodnie z art. 3 tego rozporządzenia, materiały i wyroby do kontaktu z żywnością muszą być produkowane zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną (GMP), tak aby w normalnych lub możliwych do przewidzenia warunkach użytkowania nie dochodziło do migracji ich składników do żywności w ilościach, które mogłyby stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka, powodować niekorzystne zmiany w składzie żywności lub pogorszenie jej cech organoleptycznych. Rozporządzenia WE nakłada wymóg uzyskiwania zezwoleń wspólnotowych na nowe substancje, składania pisemnej deklaracji zgodności oraz wdrożenia systemu identyfikowalności produktu.

Substancje dozwolone

Przepisy Unii Europejskiej dotyczące materiałów i wyrobów do kontaktu z żywnością, nakładają obowiązek tworzenia list substancji dozwolonych do stosowania w procesie ich wytwarzania i przetwarzania (listy pozytywne) oraz ustalania dopuszczalnych limitów migracji globalnej i specyficznej lub zawartości w finalnym wyrobie. Dyrektywa 2002/72/EC zawiera wykazy substancji dozwolonych do stosowania w produkcji materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością oraz określa dopuszczalne limity ich migracji. Listy mają charakter otwarty i podlegają zmianom wynikającym z oceny nowych substancji chemicznych lub ponownej oceny substancji już zamieszczonych na liście. Z tego względu dyrektywa 2002/72/EC poddawana jest co jakiś czas nowelizacji.

Każda substancja przed zamieszczeniem jej na liście substancji dozwolonych do stosowania oceniana jest przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) pod względem bezpieczeństwa w zakresie przewidywanego wykorzystania. Substancja badana jest pod kątem Akceptowanego Dziennego Pobrania (ADI) lub Tolerowanego Dziennego Pobrania (TDI) i na tej podstawie ustala się dopuszczalny limit migracji specyficznej (SML), uwzględniając wszystkie źródła narażenia na tę substancję. W zakresie badań sprawdzających zgodność wyrobów z ustalonymi limitami migracji substancji do płynów modelowych imitujących



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

działanie środków spożywczych kluczowe są Dyrektywy UE (82/711/EEC, 93/8/EEC, 97/48/EC i 85/572/EEC), które ustalają jednolite we Wspólnocie zasady.

Zezwolenie na nową substancję

Substancje, które nie zostały ujęte w wykazie substancji dozwolonych opracowanym przez Komisję Europejską, muszą uzyskać zezwolenie na stosowanie w materiałach i wyrobach przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Tryb uzyskiwania zezwolenia określa Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004:

1. Każdy ubiegający się o zezwolenie na stosowanie substancji nieujętej w takim wykazie składa stosowny wniosek. Wniosek należy złożyć we właściwym organie danego Państwa Członkowskiego, załączając do niego:

- nazwę i adres wnioskodawcy;
- dokumentację techniczną zawierającą informacje określone w wytycznych dotyczących oceny bezpieczeństwa stosowania substancji, które mają zostać opublikowane przez EFSA;
- streszczenie dokumentacji technicznej.

Zgodnie z art. 56 Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia w naszym kraju organem, który przyjmuje wnioski podmiotów o udzielenie zezwolenia na stosowanie substancji nieobjętych wykazami oraz przekazuje te wnioski do EFSA, jest Główny Inspektor Sanitarny (GIS).

1. GIS wydaje wnioskodawcy pisemne potwierdzenie otrzymania wniosku w ciągu 14 dni od jego wpłynięcia. Potwierdzenie to zawiera datę otrzymania wniosku; niezwłocznie informuje o tym fakcie EFSA a także udostępnia EFSA wniosek wraz z załącznikami.

2. EFSA niezwłocznie informuje o złożonym wniosku pozostałe Państwa Członkowskie oraz Komisję, a także udostępnia im wniosek wraz z załącznikami.

3. W terminie sześciu miesięcy od dnia otrzymania ważnego wniosku EFSA wydaje opinię na temat zgodności danej substancji z kryteriami dotyczącymi bezpieczeństwa jej stosowania w przypadkach, w których ma on zastosowanie, w warunkach, w których dany materiał lub wyrób zawierający ją w swoim składzie będzie docelowo wykorzystywany. Wydane zezwolenie na stosowanie substancji może być zmienione, zawieszane lub cofnięte.

Wymagania dla poszczególnych materiałów i wyrobów

1. Opakowania z tworzyw sztucznych

Podstawowym dokumentem jest Rozporządzenie Komisji (WE) nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością, zawiera m.in.:



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- • Wymagania dotyczące składu – unijny wykaz substancji dozwolonych (załącznik I) – obowiązuje od 1 maja 2011 r.
- • Ogólne ograniczenia dotyczące materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych (załącznik II) – obowiązuje od 1 maja 2011 r.

W produkcji warstw z tworzyw sztucznych w materiałach i wyrobach z tworzyw sztucznych można stosować w zamierzony sposób jedynie substancje włączone do unijnego wykazu substancji dozwolonych określonego w załączniku I.

Unijny wykaz zawiera:

- monomery i inne substancje wyjściowe;
- dodatki, z wyłączeniem barwników;
- substancje pomocnicze w produkcji polimerów, z wyłączeniem rozpuszczalników;
- makrocząsteczki uzyskiwane z fermentacji mikrobiologicznej.

Wykaz substancji dozwolonych zamieszczony w załączniku I jest aktualizowany przez rozporządzenia zmieniające.

1. Wyroby ceramiczne

Wytyczne dla tego typu produktów określają dopuszczalne limity migracji ołowiu i kadmu wyrażone w mg/dm².

1. Folie z regenerowanej celulozy

Unijne przepisy szczegółowe podają wykaz substancji dozwolonych w produkcji folii:

- część 1 dotyczy folii niepowlekaney,
- część 2 – powlekaney.

1. Materiały i wyroby silikonowe i gumowe

Rezolucja Rady Europy ResAP(2004)5 oraz dokument techniczny Nr 1 nakazują, by stosować do produkcji tylko te substancje, które znajdują się na liście pozytywnej. Uwalnianie do żywności składników silikonów powinno być na możliwie najniższym poziomie. Suma migrujących substancji nie powinna przekraczać:

- 10 mg/dm² powierzchni lub
- 60 mg/kg żywności.

1. Pozostałe materiały i wyroby

Ponieważ nie ustanowiono wymagań szczególnych dla papieru i tektury, farb drukarskich, lakierów i powłok, metali i stopów, drewna, korka, szkła, silikonów, wosków, żywic jonowymiennych, klejów, wyrobów włókienniczych, wnikliwa ocena ich bezpieczeństwa zdrowotnego powinna opierać się na przepisach krajowych, innych przepisach UE np. Rezolucjach Rady Europy lub regulacjach spoza UE.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Materiały z metali i stopów

Rezolucja Rady Europy CM/Res (2013)9 z 11.06.2013 r. określa m.in limity migracji wyrażone w mg/kg dla metali i stopów stosowanych w materiałach i wyrobach do kontaktu z żywnością.

Powłoki

Rezolucja Rady Europy ResAP (2004)1 wyznacza normy, jakie muszą spełniać powłoki z materiałów organicznych przeznaczone do kontaktu z żywnością nałożone w celu utworzenia warstwy ochronnej. Zawiera ona:

- dokument techniczny Nr 1 zawierający wykaz substancji stosowanych w produkcji powłok przeznaczonych do kontaktu ze środkami spożywczymi;
- listę (A) pozytywną monomerów oraz listę (B) tymczasową monomerów;
- listę (C) pozytywną dodatków oraz listę (D) tymczasową dodatków.

Farby

Rezolucja ResAP (2005)2 określa m.in. wymagania dla zadrukowanych materiałów i wyrobów mających kontakt z żywnością. Do rezolucji ResAP (2005)2 dołączone zostały dokumenty Techniczne zawierające listy substancji, które mogą być stosowane w produkcji farb drukarskich przeznaczonych do opakowań żywności (dokument techniczny nr 1). Do produkcji farb drukarskich nie mogą być wykorzystywane:

- substancje zabronione, sklasyfikowane jako rakotwórcze, mutagenne i wykazujące działanie na reprodukcję, a także
- toksyczne (T) i bardzo toksyczne (T+), zgodnie z dyrektywą 67/548/EEC dotyczącą substancji niebezpiecznych.

Podstawa prawna:

- Rozporządzenie (WE) 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.
- Rozporządzenie (WE) nr 2023/2006 z dnia 22 grudnia 2006 r. w sprawie dobrej praktyki produkcyjnej (GMP) w odniesieniu do materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.
- Ustawa z 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1895/2005 z dnia 18 listopada 2005 r. w sprawie ograniczenia wykorzystania niektórych pochodnych epoksydowych w materiałach i wyrobach przeznaczonych do kontaktu z żywnością.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością - przepisy krajowe

Zgodnie z art. 63 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia zakłady działające na rynku materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością mogą rozpocząć działalność po uzyskaniu wpisu do rejestru zakładów prowadzonego przez państwowego powiatowego lub granicznego inspektora sanitarnego. Zgodnie z art. 64 ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia wszystkie zakłady działające na rynku materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością składają do właściwego terenowo państwowego powiatowego lub granicznego inspektora sanitarnego wnioski o wpis do rejestru zakładów. Wniosek należy złożyć w terminie, co najmniej 14 dni przed dniem rozpoczęcia planowanej działalności.

Wprowadzane do obrotu materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością muszą odpowiadać wymaganiom ogólnym określonym w rozporządzeniu (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością oraz uchylającym dyrektywy 80/590/EWG i 89/109/EWG.

Ww. rozporządzenie nr 1935/2004 ma zastosowanie do materiałów i wyrobów, przeznaczonych do bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z żywnością, które w stanie gotowym do użytkowania przeznaczone są do kontaktu z żywnością, pozostają w kontakcie z żywnością i są przeznaczone do tego celu lub można w sposób uzasadniony oczekiwać, iż wejdą w kontakt z żywnością albo nastąpi migracja ich składników do żywności w przypadku ich zastosowania w normalnych lub możliwych do przewidzenia warunkach.

Przepisy ogólne zawarte w art. 3 rozporządzenia nr 1935/2004 stanowią, że materiały i wyroby powinny być produkowane zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną, tak aby w normalnych lub możliwych do przewidzenia warunkach użytkowania nie dochodziło do migracji ich składników do żywności w ilościach, które mogłyby stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka, powodować niemożliwe do przyjęcia zmiany w składzie żywności lub pogorszenie jej cech organoleptycznych. Ponadto oznakowanie, reklama i sposób prezentowania materiału lub wyrobu nie powinny wprowadzać konsumentów w błąd. Szczegółowe wymagania dotyczące znakowania określone zostały w art. 15 tego rozporządzenia.

Z art. 15 ww. rozporządzenia wynika, że do materiałów i wyrobów, które w chwili wprowadzania do obrotu nie weszły jeszcze w kontakt z żywnością, dołącza się m.in. informację „do kontaktu z żywnością”, szczególne wskazówki dotyczące ich używania lub symbol, którego wzór zawiera załącznik II do rozporządzenia nr 1935/2004. Informacja



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

powyższa nie jest obowiązkowa w przypadku wyrobów, które, ze względu na swoje właściwości, są w sposób oczywisty przeznaczone do kontaktu z żywnością. Do materiałów i wyrobów dołącza się również, jeśli jest to konieczne, specjalne zalecenia, których należy przestrzegać w celu ich bezpiecznego i właściwego używania.

Ponadto oznakowanie powinno zawierać nazwę lub nazwę handlową oraz adres lub informację o siedzibie producenta, przetwórcy lub sprzedawcy odpowiedzialnego za wprowadzenie ich do obrotu i mającego siedzibę we Wspólnocie, jak również odpowiednie oznakowanie lub oznaczenia identyfikacyjne zapewniające możliwość śledzenia drogi materiału lub wyrobu na wszystkich etapach postępowania w celu umożliwienia identyfikacji przedsięwzięciom, z których i do których te materiały lub wyroby dostarczono.

Informacje powyższe powinny być widoczne, czytelne i nieusuwalne. Na etapie sprzedaży detalicznej, informacje te muszą znajdować się na materiałach i wyrobach albo na ich opakowaniu, lub na etykietach umieszczonych na materiałach i wyrobach lub na wyraźnie widocznej dla nabywców ulotce umieszczonej w bezpośrednim sąsiedztwie materiałów i wyrobów. Z art. 55 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia wynika również, że materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością wprowadzane do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej są znakowane w języku polskim. Materiały i wyroby mogą być ponadto znakowane w innych językach.

W odniesieniu do niektórych materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością określone zostały szczegółowe wymagania dotyczące ich produkcji i wprowadzania do obrotu. Są to wymagania dla:

- materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych: rozporządzenie Komisji (WE) nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością
- aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów: rozporządzenie Komisji (WE) nr 450/2009 z dnia 29 maja 2009 r. w sprawie aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością

Materiały stosowane w urządzeniach i wyposażeniu gastronomicznym

Wiele części urządzeń gastronomicznych będących na wyposażeniu podmiotów biorących udział w produkcji żywnościowej ma bezpośredni kontakt z tymi produktami. Dlatego istotne jest by były wykonane z takich materiałów, które nie wpłyną negatywnie na cechy przygotowywanych przy ich pomocy potraw, a do tego zapewnią długotrwałą eksploatację sprzętu.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Materiałami konstrukcyjnymi nazywane są materiały inżynierskie wykorzystywane przy budowie maszyn i urządzeń. W zakładach żywienia zbiorowego i u producentów żywności maszyny, urządzenia i drobny sprzęt gastronomiczny wykonany jest z różnych materiałów konstrukcyjnych.

Podział materiałów konstrukcyjnych

Materiały konstrukcyjne charakteryzują się różnymi cechami fizycznymi, np.: plastycznością, łatwością obróbki, przewodnictwem elektrycznym, zastosowaniem w niskich lub wysokich temperaturach oraz wytrzymałością itp.. Pozwala to na dobór odpowiedniego materiału do budowy urządzenia.

Materiały metalowe urządzeń gastronomicznych.

Materiały konstrukcyjne dzieli się na metalowe, do których należą: żelazo i stopy żelaza, metale nieżelazne, oraz niemetalowe, do których należą: materiały ceramiczne, tworzywa sztuczne, drewno, papier, skóra, szkło i materiały pomocnicze (lakiery, kleje itp.).

Metale odznaczają się dobrą przewodnością elektryczną i cieplną. Wykazują również dużą plastyczność. Ponadto metale charakteryzuje nieprzezroczystość i zdolność odbijania światła (połysk metaliczny). Czyste metale są rzadko używane do wyrobu przedmiotów użytkowych. Przeważnie miesza się je i stapia ze sobą w różnych proporcjach, tworząc stopy o innych własnościach.

Podstawowym materiałem, z którego wykonuje się większość wyposażenia w gastronomii, są metale.

Są on dobrym przewodnikiem ciepła i elektryczności, mają zdolność odbijania światła, są plastyczne. Czyste metale są rzadko używane, częściej stosuje się stopy o zmiennych właściwościach.

Metale są to pierwiastki występujące w przyrodzie i stanowią około 10% masy wszystkich pierwiastków występujących na ziemi. Spośród wszystkich znanych metali 80% to pierwiastki.

Metale od niemetalu odróżnia przede wszystkim:

- posiadanie barwy od srebrzystobiałej do srebrzystoszarej, z wyjątkiem miedzi i złota,
- metaliczny połysk, czyli zdolność odbijania promieni światła,
- zdolność do wydawania dźwięku przy uderzeniu,
- przewodnictwo cieplne i elektryczne, do którego zdolne są wszystkie metale (najlepiej srebro, potem miedź, złoto i aluminium),
- rozpuszczalność w pewnych cieczach,
- poddawanie się działaniu pola magnetycznego,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- duża wytrzymałość mechaniczna, plastyczność, sprężystość, można je rozciągać, ścisnąć, zginać, skręcać, ciąć.

Czyste metale mają gorsze właściwości i są rzadziej wykorzystywane, dlatego przez stapianie miesza się je z innymi tworząc stopy metali.

Metale oraz ich stopy poddawane są różnym procesom takim, jak:

- spawalnictwo (łącznie metali np.: nitowanie, lutowanie, zgrzewanie itp.),
- obróbka plastyczna (np.: kucie, walcowanie, rozciąganie itp.),
- odlewanie (modelowanie z formy),
- nakładanie powłok niemetalowych (pokrywanie np.: olejami, farbami, tworzywami sztucznymi itp.),
- obróbka cieplna (poddawanie wysokiej temperaturze, np.: hartowanie, wyżarzanie itp.)

Żeliwo

Jest to stop żelaza i węgla, w którym udział procentowy tego drugiego wynosi od 2 do 4,5%. Jest wykorzystywane do wykonywania różnych części urządzeń, najczęściej przez odlewanie ich w specjalnych formach. Stosuje się je przykładowo do wytwarzania: płyt grzewczych, zlewów, części maszyn do obróbki mechanicznej, mielenia mięs i kuchenek, części wchodzących w skład instalacji kanalizacyjnych itp.

Z rudy żelaza w wyniku procesu topnienia z odpowiednimi topnikami i dodatkami otrzymuje się żeliwo wykorzystywane do budowy kotłów, części piecowych, płyt grzewczych, grilli, patelni i naczyń do pieczenia. Zaletą żeliwa jest równomierne przewodzenie ciepła, duża wytrzymałość na obciążenia oraz brak toksyczności. Niestety, ma wiele wad. Do najważniejszych należy skłonność do rdzewienia oraz występowania przebarwień w zetknięciu z żywnością. Dlatego często jest zastępowane innymi materiałami.

Alternatywnym rozwiązaniem jest żeliwo emaliowane, które jest odporne na kwasy. Ma ono jednak nadal jedną istotną wadę: małą wytrzymałość na pękanie emalii pod wpływem ogrzewania. Jedynie przy zastosowaniu emalii wysoko żaroodpornych można wykonywać z tego materiału obudowy trzonów kuchennych, niektóre brytfanny i garnki. Do wyrobu garnków i innych naczyń oraz drobnego sprzętu kuchennego (łyżki, różgi, chochle, mieszalniki) jest używane żeliwo cynowane. Zalety tego żeliwa stanowią: niska cena, dobra wytrzymałość, nietoksyczność, jasny kolor oraz dobra przewodność cieplna. Wady — konieczność powtórnego ocynowania w razie uszkodzenia pokrycia oraz duża gęstość. Konserwowanie polega na myciu z dodatkiem detergentów, płukaniu i starannym suszeniu. Do szorowania naczyń cynowanych nie należy używać ostrych proszków. Żeliwo cynowane stosuje się do pokrywania ścian i do wyrobu zlewów. Jest tanie, odznacza się dużą wytrzymałością, ma



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

jednak poważne wady: jest toksyczne, powłoka cynkowa szybko się ściera, jest nieodporna na działanie nawet słabych kwasów i zasad, łatwo ulega rdzewieniu. Powierzchnie ocynkowane należy myć wodą z mydłem i smarować cienką warstwą oleju.

Stal. Stal jest to stop żelaza z węglem (do 2%), plastycznie i cieplnie obrabialny, zawierający domieszki manganu i krzemu, a często i innych metali. Domieszki te nadają stali specjalne własności. Ze względu na skład chemiczny rozróżniamy stale węglowe i stopowe.

Stal węglowa zawiera do 1,75% węgla oraz niewielkie ilości dodatków stopowych. Ze względu na przeznaczenie stal węglową dzieli się na konstrukcyjną i narzędziową. Stal węglowa konstrukcyjna zawiera 0,8-0,9% węgla. Walcuje się z niej pręty i kształtowniki. Stal węglowa narzędziowa zawiera 0,45-1,75% węgla i jest stosowana do wyrobu narzędzi niezbyt rozgrzewających się w czasie pracy i nie narażonych na działanie związków chemicznych, np. noży, pił ręcznych, siekier, młotków itp. Z blachy stalowej wyrabia się naczynia, brytfanny do pieczenia. Cechuje ją dobra przewodność cieplna, duża trwałość i niska cena. Wady to: ciemny kolor, łatwość rdzewienia i duża gęstość. Konserwacja polega na myciu z dodatkiem detergentów, płukaniu gorącą wodą i suszeniu. Na czas przechowywania naczyń i sprzętu należy smarować cienką warstwą oleju.

Stale stopowe zawierają, oprócz węgla, również inne składniki, dodane w celu poprawienia takich własności, jak: twardość, żaroodporność, wytrzymałość na rozciąganie, kwasoodporność. Do najczęściej stosowanych składników stali należą: chrom, nikiel, mangan, molibden i wolfram. Stal przyjmuje nazwę w zależności od składnika uszlachetniającego, jaki zawiera np. stal wolframowa, manganowa, chromoniklowa. Stale stopowe dzieli się na konstrukcyjne (konstrukcje mostowe, części maszyn, resory itp.), narzędziowe (narzędzia tnące pracujące przy dużych szybkościach skrawania, odporne na wysokie temperatury — do 600°C) i specjalne. Stale stopowe specjalne wytwarza się do określonych celów. Do takich stali zaliczamy np. stal nierdzewną (odporną na działanie czynników chemicznych), żaroodporną, magnetyczną, anty-magnetyczną. Stal nierdzewna — mimo jej wysokiej ceny — jest obecnie szeroko stosowana w gastronomii i przemyśle spożywczym. Do zalet należą: łatwość konserwacji, duża wytrzymałość, nietoksyczność i nierdzewność. Wady zaś to duża gęstość i mała przewodność cieplna. Konserwacja sprzętu i naczyń ze stali nierdzewnej polega na myciu detergentami, płukaniu gorącą wodą i suszeniu na powietrzu. W przypadku używania ostrych proszków należy naczynie szorować zgodnie z kierunkiem radełkowania; powierzchni polerowanych nie wolno szorować.

Stale dzielą się również ze względu na ich zastosowanie:



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- ze stali węglowej narzędziowej wykonuje się, jak sama nazwa wskazuje: siekiery, noże, piły, ale też płyty do grilli, brytfanny itp.;
- ze stali stopowej narzędziowej wykonuje się różne narzędzia służące do cięcia;
- ze stali węglowej konstrukcyjnej powstają części maszyn oraz pręty;
- ze stali stopowej konstrukcyjnej podobnie jak z poprzednie wytwarza się części maszyn, ale również meble wykorzystywane w gastronomii;

Szczególnym rodzajem stali jest stal stopowa nierdzewna a szczególnie pewna jej odmiana, tzw. stal szlachetna 18/10. Jej nazwa wywodzi się stąd, że zawiera w sobie 18% chromu i 10% niklu. Nie ulega ona procesowi rdzewienia, a do tego jest odporna na wiele czynników zarówno mechanicznych, jak i chemicznych. Wykonuje się z niej meble, pojemniki gastronomiczne, wózki, naczynia, zlewy, ale też i noże, sztucce itp. Wiele elementów wyposażenia gastronomicznego jest obecnie wykonywanych ze stali nierdzewnej, Jest to stop typu 18/8 stali chromowo-niklowej, zawierającej około 18% chromu i 8% niklu. Zastosowanie stali nierdzewnej zwiększa bezpieczeństwo zdrowotne.

Gładka powierzchnia utrudnia rozwój mikroorganizmów, materiał ten jest nietoksyczny, łatwy do utrzymania w czystości i zapewnia estetyczny wygląd wykonanym z niego sprzętom. Naczynia ze stali nierdzewnej, dzięki zastosowaniu zwiększonej zawartości chromu, są odporne na działanie stężonych kwasów i zasad oraz wysokich temperatur. Blachą ze stali nierdzewnej pokrywa się stoły, wyrabia z niej zlewy, wózki, regały, szafki kuchenne, pojemniki, kociołki, cedzaki, mieszalniki, elementy wykończeniowe maszyn i urządzeń mających kontakt z żywnością oraz inny drobny sprzęt kuchenny.

Garnki ze stali nierdzewnej dość często mają wielowarstwowe dno (3-6 warstw). Zewnętrzne warstwy są wykonane ze stali nierdzewnej, wewnętrzne zazwyczaj z aluminium, czasami też z miedzi. Zastosowanie warstw dobrze przewodzących ciepło pozwala równomiernie rozprzodzać je po powierzchni, co zmniejsza lub wyklucza prawdopodobieństwo przypalania się gotowanych potraw. Ze względu na występowanie naprężeń i odkształceń spowodowanych dużą różnicą temperatur między zewnętrzną a wewnętrzną stroną dna garnka, poszczególne warstwy muszą być kształtowane w specjalny sposób, tak by nie dochodziło do deformacji i rozwarstwienia dna. Deformacja dna jest szczególnie niepożądana przy używaniu garnków na elektrycznych płytach grzejnych. Zmniejsza się bowiem pole powierzchni kontaktu garnka z płytą, w efekcie energia z grzejnika jest przekazywana do wnętrza garnka nierównomiernie, co sprzyja przypalaniu się potraw. Sprzęt i urządzenia ze stali nierdzewnej należy myć detergentami oraz płukać gorącą wodą i suszyć.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Innym metalem, który był i nadal jest stosowany w gastronomii, jest aluminium. Coraz rzadziej jest stosowany do wytwarzania drobnego sprzęt gastronomicznego i elementów wykończenia urządzeń, ale współcześnie aluminium jest wykorzystywane powszechnie jako cienka folia do opakowań. Charakteryzuje się przede wszystkim lekkością, odpornością na proces korozji, świetnym przewodzeniem prądu i ciepła oraz plastycznością. W gastronomii stosuje się również stopy aluminium z innymi składnikami, by uzyskać pożądane właściwości. Wykonuje się z nich naczynia, części wykończeniowe, małe sprzęty używane w kuchni, folie do pakowania produktów. Wśród zalet tego materiału należy wymienić m.in.: niski ciężar, dobre przewodnictwo ciepła oraz niską cenę. Główną wadą jest: zbyt duża miękkość, podatność na wgniecenia i zadrapania, utlenianie w obecności wody i powietrza oraz niszczenie w środowisku zasadowym. Sprzęt aluminiowy myje się z dodatkiem rozcieńczonego mydła, unikając przy tym detergentów silnie alkalicznych i ostrych druciaków.

Miedź

Cechami tego metalu, na które warto zwrócić uwagę jest dobre przewodnictwo, odporność na czynniki pogodowe, plastyczność. Należy pamiętać, że wystawiona na oddziaływanie substancji zasadowych i kwasowych wytwarza różne trujące substancje. Z miedzi produkuje się instalacje zarówno elektryczne, jak i wodne, kotły, pokrywki do garnków, okapy, tzw. naczynia bemarowe. Do wyrobu zbiorników, kotłów parowych i wodnych, naczyń bemarowych i uniwersalnych urządzeń gastronomicznych często używa się miedzi. Ma ona dobre właściwości plastyczne, bardzo dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne, ale pod wpływem kwasów i zasad tworzy trujące związki. Z tej też przyczyny wszystkie elementy mające bezpośredni kontakt z żywnością muszą być pokryte powłoką cynkową.

Metale szlachetne

W gastronomii wykorzystuje się przede wszystkim dwa z nich: srebro i złoto. Tego pierwszego używa się przy wytwarzaniu sztućców i pokrywania cienką warstwą innych metali. To drugie stosuje się przy pozłacaniu i ozdabianiu sztućców, szkła i porcelany. Używa się go też do pokrywania powierzchni styków w różnych układach elektronicznych.

Inne metale

Rzadziej zastosowanie znajdują takie metale jak:

- cynk i cyna, którymi pokrywa się części zrobione z innych metali (cynkowanie i pobielanie), by uchronić je przed procesem korozji;
- mosiądz, który dzięki temu, że łatwo poddaje się obrabianiu, nie ulega korozji, stosuje się przy wytwarzaniu armatury.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Metale nieżelazne. W przemyśle spożywczym i w gastronomii znajdują przede wszystkim zastosowanie: aluminium (Al), miedź (Cu), cynk (Zn) i cyna (Sn).

Aluminium

Aluminium jest jednym z najłżejszych metali i po srebrze oraz miedzi, najlepszym przewodnikiem elektryczności. Aluminium rozpuszcza się w mocnych ługach (NaOH, KOH), ulega działaniu kwasów nieorganicznych i łatwo łączy się z tlenem, z którym tworzy warstwę zewnętrzną, chroniącą przed dalszym utlenianiem. Ma dobre własności plastyczne, daje się dobrze kuć, walcować i przeciągać. Z aluminium i jego stopów wytwarza się zbiorniki i aparaturę w przemyśle spożywczym, sprzęt turystyczny oraz sprzęt gastronomiczny: garnki, patelnie, mieszalniki, cedzaki, naczynia miarowe, kubki, dzbanki, podstawki pod sprzęt, stopki i wykończenie sprzętu. Służy również do produkcji cienkich folii do opakowań w przemyśle spożywczym. Zaletami aluminium są: lekkość i dobra przewodność cieplna oraz niska cena. Wadami zaś są: zbyt miękkość, podatność na wgniecenia, zadrapania, utlenianie w obecności wody i powietrza, niszczenie w środowisku zasadowym. Sprzęt wykonany z aluminium konserwuje się, myjąc go rozcieńczonym mydłem; części stałe można usuwać miękką stalową „wełną”. (Uwaga: należy unikać detergentów silnie alkalicznych i ostrych druciaków oraz chronić sprzęt przed uderzeniami).

Anodowanie aluminium (anodowe oksydowanie, anodyzacja, eloksalowanie) - elektrolityczne wytwarzanie na powierzchni Al (lub jego stopów) powłoki tlenku glinu Al_2O_3 .

Anodą w tym procesie jest obrabiany przedmiot, a elektrolitem roztwór kwasu siarkowego (ewentualnie chromowego lub szczawiowego). Proces prowadzi się przeważnie przy użyciu prądu stałego 12 do 20 V. Wytworzona warstwa tlenku jest prawie bezbarwna, ma grubość 5 do 30 μm , porowatą strukturę (kanaliki prostopadła do powierzchni utlenianej). Porowatość powłoki umożliwia jej barwienie (m.in. na kolor złoty) najczęściej barwnikami organicznymi. Dla właściwej ochrony metalu przez porowatą warstwę tlenku przeprowadza się proces jej uszczelniania we wrzącej wodzie lub pasywatorze, np. 10% wodnym roztworze $K_2Cr_2O_7$.

Ze względu na właściwości opisane powyżej anodowanie aluminium stosuje się dla zwiększenia odporności na korozję i w celach dekoracyjnych.

Dzięki dobrym właściwościom antykorozyjnym aluminium, uszlachetnianie powierzchni dla samego zabezpieczenia metalu przed korozją jest rzadko konieczne. Natomiast wykonuje się je, aby zmienić szereg własności wpływających na wygląd oraz funkcję profili: strukturę powierzchni, kolor, odporność na korozję, twardość, odporność na ścieranie, zdolność odbijania, izolacyjność elektryczną (rezystancję).



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Uszlachetnianie mechaniczne:

- szlifowanie - poprawia jakość powierzchni; można zastosować je przed lakierowaniem w celu dodatkowej poprawy jakości powierzchni powłoki lakierniczej; szlifowaną powierzchnię często poddaje się anodowaniu.
- polerowanie - wyrównuje powierzchnię metalu; polerowana powierzchnia często poddawana jest anodowaniu, anodowanie połyskowe zapewnia powierzchnię o wysokim połysku.
- bębnowanie - stosuje się głównie do wygładzania; zależnie od użytego ścierniwa uzyskuje się powierzchnię od matowej do błyszczącej.

Anodowanie - jedna z najczęściej stosowanych metod uszlachetniania powierzchni; stosuje się ze względu na:

- zachowanie wyglądu,
- odporność na korozję,
- powierzchnię nie zatrzymującą zanieczyszczeń, spełniającą wysokie wymagania sanitarne
- dekoracyjną powierzchnię o trwałym zabarwieniu i połysku,
- powierzchnię przyjemną w dotyku,
- powierzchnię roboczą; powierzchnię ślizgową lub odporną na ścieranie, np. do części maszyn,
- powierzchnię pokrytą powłoką o własnościach izolatora elektrycznego,
- podkład do nałożenia kleju lub farby drukarskiej.

Najczęściej stosuje się anodowanie w kolorze naturalnym. Po odpowiednim mechanicznym lub chemicznym przygotowaniu powierzchni oraz jej dokładnym oczyszczeniu przeprowadza się proces elektrolityczny. Profile anodowane praktycznie nie wymagają konserwacji pod warunkiem utrzymania powierzchni w czystości. Powierzchnię profili można łatwo umyć przy użyciu wody z neutralnym detergentem lub benzyny lakowej. Rozpuszczalniki nie powodują uszkodzenia powierzchni aluminium, należy jednak unikać substancji silnie alkalicznych. Zdolność powłoki do zabezpieczania przed korozją, przebarwieniem oraz ścieraniem wzrasta wraz z jej grubością. Kształtowanie profili powinno mieć miejsce przed anodowaniem, ponieważ podatność powłoki anodowej na kształtowanie na zimno jest niska. Spawanie wykonuje się przed anodowaniem.

Własności anodowanego aluminium:

odporność na korozję bardzo dobra, szczególnie, gdy wartość pH wynosi 4 - 9. W przypadku kontaktu z substancjami silnie alkalicznymi powierzchnia może ulec uszkodzeniu. Na



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

przykład należy chronić elementy aluminiowe przed kontaktem z wapnem, cementem i gipsem (m. in. podczas prac budowlanych).

- twardość powłoki zależy od zastosowanej metody anodowania, zwykle jest ona twardsza niż szkło i ma taką samą twardość jak korund.
- powłoka tlenkowa jest przezroczysta.

Barwienie powłoki tlenkowej. Aluminium anodowane w kolorze naturalnym, lecz nie uszczelnione, zanurza się w barwnikach organicznych lub nieorganicznych (barwienie zanurzeniowe). Inną metodą jest barwienie elektrolityczne, gdzie na skutek działania prądu zmiennego barwnik w postaci soli cyny wnika w głąb porów. Można w ten sposób uzyskać kolory o bardzo wysokiej trwałości.

Miedź ma dobre własności plastyczne oraz bardzo dobrą przewodność cieplną i elektryczną. Odporna na czynniki atmosferyczne, pod wpływem kwasów i zasad tworzy silnie trujące związki. W przemyśle spożywczym i gastronomicznym miedź jest używana do wyrobu zbiorników, kotłów parowych i wodnych, destylatorów i innej aparatury. Kociołki robocze z miedzi, stosowane np. w uniwersalnych urządzeniach gastronomicznych, naczynia bemarowe, pokrywy do garnków itp. znajdujące się w bezpośrednim kontakcie z żywnością muszą być pobielone powłoką cynkową. Konserwacja sprzętu miedzianego polega na myciu z dodatkiem detergentów, suszeniu i polerowaniu.

Ceramika i szkło w gastronomii.

Szkło i ceramika są podstawowym materiałem wykorzystywanym do produkcji zastawy stołowej.

Ceramika wytwarzana z gliny, krzemionki, skalenia i barwników w niewielkim stopniu przewodzi ciepło, ale jest obojętna chemicznie na kwasy i zasady. Łatwo też utrzymać ją w czystości. Wadą tego materiału jest kruchość i łatwość pęknięcia. Do ceramiki zalicza się: porcelanę, porcelit, fajans, kamionkę.

Najstarsze przedmioty ze szkła, drugiego równie popularnego materiału gastronomicznego, pochodzą sprzed ponad 2 tys. lat p.n.e. Miały wówczas taką samą wartość, jak kamienie szlachetne. Dopiero po 100 r. p.n.e., gdy Fenicjanie wynaleźli piszczele do dmuchania szkła, jego dostępność wzrosła. Zwiększyła się również wartość użytkowa szklanych przedmiotów.

Szkło ma kilka korzystnych, z punktu widzenia gastronomii, cech: nie przewodzi ciepła ani elektryczności i ma twardą powierzchnię nie reagującą z większością chemikaliów. Szkło



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

dobrze przepuszcza promienie widzialne (ok. 90%), co wykorzystuje się jako atut optyczny przy serwowaniu potraw, a zwłaszcza napoi.

Wśród wielu różnych rodzajów szkła największe zastosowanie w życiu codziennym, w tym i w gastronomii, ma szkło sodowe, o niskiej temperaturze topnienia. Składa się głównie z tlenków: sodu (Na_2O), wapnia (CaO) i krzemu (SiO_2). Szkło służy przede wszystkim do wyrobu takich sprzętów, jak: naczynia i szyby okienne oraz opakowania szklane, butelki i słoiki. Ze szkła poza bogatym asortymentem szklanek, kieliszków, talerzy itp. wyrabia się też inne przedmioty do użytku kuchennego. Są to naczynia żaroodporne w postaci:

- garnków,
- rondli,
- patelni,
- foremek do ciast czy zapiekanek.

Ceramika to inaczej rzeczy wytworzone z gliny albo też z surowca, który w swym składzie posiada glinę. Najczęstsze rodzaje ceramiki to:

- porcelana, z której powstają zestawy naczyń stołowych, oraz przedmioty dekoracyjne;
- fajans wykorzystywany do wyrobu płytek ściennych, naczyń stołowych oraz wyrobów sanitarnych;
- kamionka do produkcji różnorodnych naczyń, słoików, pojemników żaroodpornych, dzbanków, czajników itp.;
- orcelit, z którego wytwarza się zarówno elementy sanitarne, jak i naczynia.

Szkło

Wielką zaletą szkła w gastronomii jest to, że dzięki swej przezroczystości pozwala na bieżąco oglądać stan przyrządzanych potraw. Ponadto jest odporne na większość czynników chemicznych, nie ulega korozji, jest odporne na temperatury do 200 stopni Celsjusza. Szerokie zastosowanie zyskało też szkło żaroodporne. Różne rodzaje szkła używa się do wytwarzania talerzy, szklanek, filiżanek, pojemników oraz wielu innych naczyń.

Ceramikę i szkło zalicza się do materiałów niemetalowych nieorganicznych. Surowcami do produkcji ceramiki są: glina jako surowiec podstawowy, krzemionka (SiO_2 — piasek, kwarc), skałki, barwniki (tlenki metali). Do wykończenia wyrobów ceramicznych stosuje się szkliska (polewy). Najważniejszą cechą gliny, warunkującą jej zastosowanie w produkcji ceramiki, jest jej zachowanie się po nasyceniu wodą. Glina, mimo że pochłania wodę, jest ciągliwa, daje się formować oraz łączyć, czyli zlepiać. Przedmioty z gliny po wyschnięciu poddaje się wypalaniu w wysokiej temperaturze. Pod wpływem tego procesu materiał ulega spiekaniu, tworząc



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

skorupę twardą, kruchą i porowatą (fajanse, wyroby garncarskie i ceglarskie). Domieszki działające jako topniki, takie jak wapń, magnez, sód i potas, umożliwiają otrzymanie skorupy szklistej, nieporowatej. Powierzchnię taką mają wyroby porcelanowe, porcelitowe, kamionkowe i żaroodporne.

Z porcelany grubo ściennej, porcelitu i fajansu wyrabia się popularną zastawę stołową. Wyroby z porcelany cienkościennej to serwisy obiadowe, kolacyjne, śniadaniowe oraz garnitury do czarnej kawy, do białej kawy, herbaty czy do ciast. Z wymienionych tworzyw wyrabia się również tzw. galanterię ceramiczną, jak bombonierki, patery itp. Z kamionki wykonuje się garnki, słoje, dzbanki, makownice, miski, formy do ciast, czajniki oraz inne wyroby żaroodporne. Z kamionki kwasoodpornej produkuje się wyposażenie i armaturę kanalizacyjną i sanitarną (koryta pralnicze, zmywaki, baseny, koryta ściekowe, przewody, zawory). Do tzw. kamionki budowlanej zalicza się płyty oraz kształtki podłogowe i ścienne pokryte szkliwem, a także zsyppy.

Wszystkie te wyroby cechuje mała przewodność cieplna, łatwość utrzymania w czystości

i obojętność chemiczna w kontakcie z żywnością, a także z silnymi kwasami i zasadami. Do wad zaliczyć należy zbyt dużą masę, kruchość i łatwość pęknięcia. Konserwacja polega na moczeniu, myciu z dodatkiem detergentów, starannym płukaniu i suszeniu.

Wyroby ze szkła obejmują szkło gospodarcze (stołowe, galanteryjne, lustra, termosy, szkło żaroodporne) oraz szkło budowlane i techniczne. Szkło kuchenne żaroodporne stanowią wyroby dmuchane w postaci szklanek, filiżanek, podstawek i imbryków oraz wyroby prasowane w postaci garnków, rondli, patelni, foremek do ciast. Wyroby te po ukształtowaniu podlegają hartowaniu, w wyniku czego stają się bardzo wytrzymałe na uderzenia i gwałtowne zmiany temperatury. Można w nich gotować, dusić, smażyć, piec, zapiekać. Biorąc pod uwagę łatwość mycia naczyń szklanych oraz fakt, że znajdujące się w nich potrawy mogą być obserwowane w czasie ich przyrządzania, można przypuszczać, że szkło w przyszłości zastąpi używane dotąd w gospodarstwie domowym i gastronomii naczynia kuchenne wykonane z materiałów tradycyjnych.

Tworzywa sztuczne w gastronomii.

Zastępują one tradycyjne tworzywa, takie jak drewno, ceramika, metal i inne, gdyż mają własności niemożliwe do uzyskania z zastosowaniem surowców naturalnych. Zaletami wyrobów z tworzyw sztucznych są: niski ciężar, możliwość nadania odpowiedniej barwy, dobre właściwości izolacyjne, łatwość utrzymania w czystości. Wadami zaś są: kruchość, łamliwość, podatność na zarysowania, mała odporność na wysokie i niskie temperatury oraz toksyczność



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

niektórych z nich w kontakcie z żywnością, a wiele z nich mięknie w zetknięciu z gorącym olejem.

Wiele tworzyw sztucznych znalazło zastosowanie w produkcji drobnego sprzętu, maszyn i wyposażenia placówek gastronomicznych. Do najważniejszych z nich należą:

- folia wiskozowa (celofan) — odporna na tłuszcz, przezroczysta, gazo- i paroprzepuszczalna, higroskopijna, nietoksyczna, wykorzystywana jako opakowanie żywności,
- aminoplasty (melamina) — odporne na działanie wody, wysokiej temperatury i światła, służą do wyrobu naczyń stołowych,
- polietylen (PE) — odporny na niskie temperatury, związki chemiczne, słabo absorbujący wodę, łatwo topiący się, wykorzystywany jako opakowanie żywności (butelki, worki, kubeczki, talerzyki i sztućce),
- polichlorek winylu (PCW, winidur) — twardy, o małej sprężystości w niskich temperaturach, odporny chemicznie, odkształcający się pod wpływem wysokiej temperatury, służy do wyrobu drobnego sprzętu kuchennego, takiego jak tace, stolnice, deski do krojenia; są nim także wykańczane meble kuchenne,
- polichlorek winilidenu (saran) — odporny na działanie tłuszczu i chemikaliów oraz na temperaturę od -20°C do 90°C , o dużej wytrzymałości mechanicznej, wykorzystywany jako opakowanie żywności (zwłaszcza w procesie jej mrożenia),
- polistyren (S niskoudarowy, K wysokoudarowy, mieszanina homogeniczna z kauczukami syntetycznymi) — odporny na alkohole, tłuszcze, wodę i kwasy (z wyjątkiem stężonego kwasu azotowego), a także rozpuszczalniki organiczne, wykorzystywany do produkcji pojemników na żywność oraz wyrobów dekoracyjnych,
- politetrafluoroetylen (teflon) — odporny chemicznie i termicznie do 250°C , nie chłonie wody, jest dobrym izolatorem, stosowany jako wykładzina w urządzeniach do obróbki cieplnej produktów żywnościowych oraz maszynach do wyrobu ciast.

Wiele sprzętów gastronomicznych ma powierzchnię pokrytą teflonem Gest to nazwa handlowa politetrafluoroetyleny, (PTFE), Tworzywo jest również znane jako tarflen lub fluon. Synteza teflonu została opatentowana przez firmę DuPont w 1956 roku. Czysty politetrafluoroetylen jest całkowicie nietopliwy i zaczyna się rozkładać dopiero w temperaturze 327°C . PTFE ma wyjątkowe właściwości poślizgowe. Nie przywierają do niego żadne zanieczyszczenia. Inną ważną własnością PTFE jest jego wysoka odporność chemiczna.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Praktycznie nie reaguje ani nie rozpuszcza się w niczym, oprócz stężonego kwasu fluorowodorowego.

Koncern DuPont oraz producenci naczyń (hiszpańska firma Valira oraz włoska Ballarini) w połowie 2000 roku wprowadzili na polski rynek nową, niezwykle odporną na zarysowania powłokę do naczyń kuchennych o nazwie Teflon® Platinum. Stanowi ona przełom w technologii powłok do naczyń kuchennych. Dzięki powłoce Teflon® Platinum w trakcie gotowania i smażenia można używać metalowych sztućców bez ryzyka uszkodzenia powierzchni naczynia. Swoją wytrzymałość na zarysowania powłoka zawdzięcza zastosowaniu w produkcji dodatkowej warstwy zawierającej mikroskopijne cząsteczki twardych minerałów.

Podział tworzyw sztucznych. Według zastosowań tworzywa sztuczne dzieli się na:

- tworzywa konstrukcyjne — do wyrobu przedmiotów użytkowych,
- tworzywa powłokowe — do trwałego pokrywania gotowych wyrobów z metali, drewna itp. w celach dekoracyjnych i ochronnych,
- tworzywa adhezyjne (kleje, kity) — do łączenia różnych materiałów,
- tworzywa impregnacyjne — do uszlachetniania drewna, papieru, tkanin.

Ze względu na możliwość przeróbki plastycznej tworzywa sztuczne dzieli się na:

- • termoplastyczne — plastyczne w temperaturach podwyższonych, a twardniejące po ostygnięciu, mogą być wielokrotnie poddane przeróbce,
- • termoutwardzalne — przechodzące nieodwracalnie ze stanu plastycznego w stan utwardzony pod działaniem temperatury,
- • koagulacyjne — występujące w postaci ciekłej, przechodzące w postać stałą po wyparowaniu rozpuszczalnika lub zastosowaniu kąpieli koagulacyjnej (ścinającej).

Tworzywa sztuczne w gastronomii. Niektóre z tworzyw sztucznych stosuje się do produkcji drobnego sprzętu, maszyn i wyposażenia zakładów gastronomicznych. Należą do nich:

- Folia wiskozowa (celofan) przezroczysta, nietoksyczna, odporna na działanie tłuszczów i olejów, gazo- i paroszczelna, higroskopijna, podatna na drukowanie, niepodatna na zgrzewanie. Stosuje się ją na osłonki kiełbasiane, opakowania żywności.
- Aminoplasty (melamina) — odporne na działanie wody, wysokiej temperatury i światła. Stosuje się je na płyty laminowane, naczynia stołowe, elementy instalacji.
- Polietylen (PE) — odporny na niskie temperatury, słabo absorbujący wodę, odporny chemicznie, nie podatny na lakiery i kleje. Daje się łatwo farbować i topić. Stosuje się na opakowania żywności (butelki, słoiki, kubły, worki).



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- Polichlorek winylu (PCW — winidur) — twardy, mało sprężysty, w niskich temperaturach kruchy, odporny chemicznie, dobrze się klei i spawa, łatwo formuje na gorąco; można go zabarwić na różne kolory. Stosuje się go do wyrobu sprzętu kuchennego (tace, stolnice, wałki do ciasta) oraz instalacji sanitarnych, elementów budowlanych i meblowych.
- Polichlorek winilidenu (saran) — odporny na działanie olejów, tłuszczów i chemikaliów oraz na temperaturę od -20 do $+90^{\circ}\text{C}$; charakteryzuje się dużą wytrzymałością mechaniczną. Stosuje się go na folie opakowaniowe kurczliwe, głównie do mrożonej żywności (zwłaszcza drobiu).
- Polistyren (S, K) — nietoksyczny, odporny na alkohole, wodę, oleje i kwasy z wyjątkiem stężonego azotowego, nieodporny na rozpuszczalniki organiczne. Stosuje się go na wyroby dekoracyjne, pojemniki na żywność i do napojów bezalkoholowych.
- Policzterofluoroetylen (teflon) — nietoksyczny, odporny na temperaturę do 250°C , odporny chemicznie, nie chłonie wody, jest doskonałym izolatorem. Stosuje się go na wykładziny aparatów grzejnych (piece, patelnie do smażenia bez tłuszczu, naczynia) oraz maszyn do wyrobu ciast, zaworów do kwasów i zasad, uszczelnień itp.

Zalety wyrobów z tworzyw sztucznych to: lekkość, możliwość nadawania dowolnej barwy, dobre własności izolacyjne, łatwiejsze utrzymanie w czystości niż wyrobów drewnianych. Wady to: podatność na zarysowania i pęknięcia, rozmiękczenie w zetknięciu z olejem, kruchość, łamliwość, mała odporność na wysokie i niskie temperatury i toksyczność niektórych z nich w kontakcie z żywnością. Konserwacja sprzętu wykonanego z tworzyw sztucznych polega na myciu w wodzie z mydłem, płukaniu w gorącej wodzie, suszeniu na powietrzu. Sprzęt taki należy chronić przed nagrzaniem, a zwłaszcza przed bezpośrednim kontaktem z ogniem.

Podsumowanie

Wszystkie materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie urządzeń mających kontakt z żywnością powinny zapewniać bezpieczeństwo zdrowotne dla konsumenta, spełniać odpowiednie warunki, powinny być wytwarzane zgodnie z GMP.

Użyte materiały nie powinny: stanowić zagrożenia dla zdrowia człowieka, powodować niekorzystnych zmian w składzie żywności, niekorzystnie wpływać na cechy organoleptyczne środków spożywczych.

Każdy z materiałów wykorzystywanych do produkcji gastronomicznej powinien być łatwy do umycia i bezpieczny w pracy, odporny na korozję, odpowiednio twardy i wytrzymały, dostosowany do różnych temperatur.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

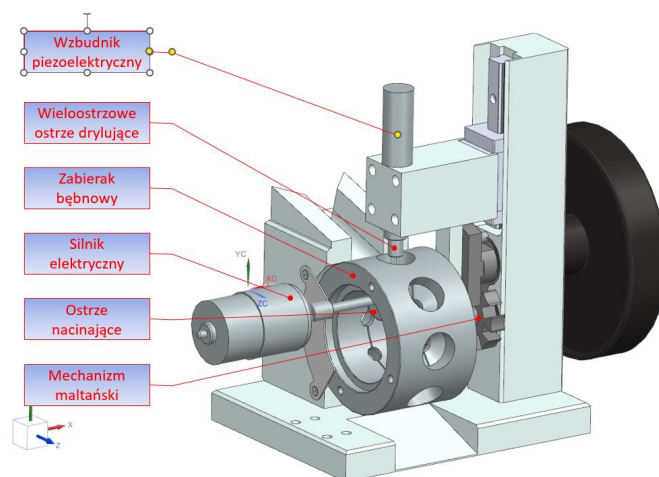
7. Opracowanie koncepcji procesu drylowania wiśni

W rozdziale 7 na podstawie przeprowadzonej analizy stanu techniki oraz badań i modelowania 3D przyjęto następujące główne założenia procesu drylowania wiśni:

- wykorzystanie wieloostrowego elementu drylującego składającego się z co najmniej trzech igieł,
- zabierak wiśni w kształcie bębna,
- gniazda bębna zabieraka wyposażone w specjalne rowki,
- ostrza drylujące wspomagane ultradźwiękami,
- mechanizm podziałowy wykorzystujący mechanizm maltański,
- usuwanie pestek wspomagane podciśnieniem,
- zastosowanie ostrza nacinającego wiśnie po przeciwnej stronie ostrzy drylujących.

Koncepcja urządzenia drylującego, zakłada wykorzystanie wieloostrowego ostrza drylującego składającego się z co najmniej trzech igieł, które będą usuwały pestkę z owocu. Dodatkowo ostrze drylujące będzie drgało z wysoką częstotliwością, aby w jak najmniejszym stopniu naruszać strukturę owocu w trakcie zagłębiania się ostrzy. Drylownica będzie wyposażona w obrotowe ostrze nacinające wiśnie po przeciwnej stronie ostrzy drylujących, aby umożliwić najmniej inwazyjne usunięcie pestki z owocu wiśni.

Opracowana koncepcja procesu drylowania przedstawiona na rysunku 29 zapewni przewagę rynkową dzięki wprowadzeniu na rynek wysokiej jakości produktów posiadających zachowaną strukturę oraz walory smakowe.



Rys. 29. Koncepcja drylownicy

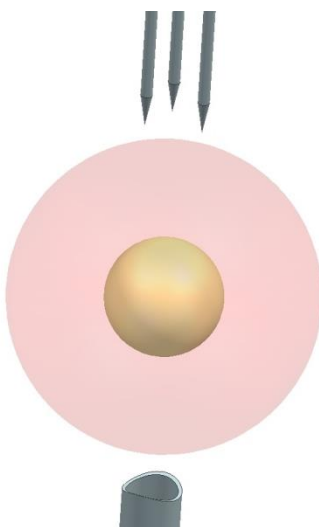


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

7.1. Koncepcja drylowania wiśni

Na podstawie przeprowadzonej analizy stany techniki opracowano nową koncepcję konstrukcji ostrzy drylujących, które zostaną wykorzystane do budowy prototypu drylownicy. W projekcie założono wstępnie, że usuwanie pestki owocu wspomagane będzie z wykorzystaniem ultradźwięków (noży ultra sonicznych).

W ramach prowadzonych prac opracowano dwa warianty konstrukcji drylujących wiśni. W pierwszym wariacie ostrze główne jest w kształcie rurki o średnicy $\varnothing 4 \times 0.25$ mm. Powierzchnia czołowa ostrza jest ukształtowana w taki sposób, aby ostrze powierzchnia styku ostrza z pestką była możliwie maksymalna a nie jedynie posiadała kontakt punktowy. Rozwiązanie konstrukcji w taki sposób umożliwi również wycięcie elementu miąższu, który znajduje się wokół pestki. Ruch cięcia dolnego ostrza jest wspomagany drganiami o wysokiej częstotliwości. Koncepcja drylowania została przedstawiona na rysunku nr 30.



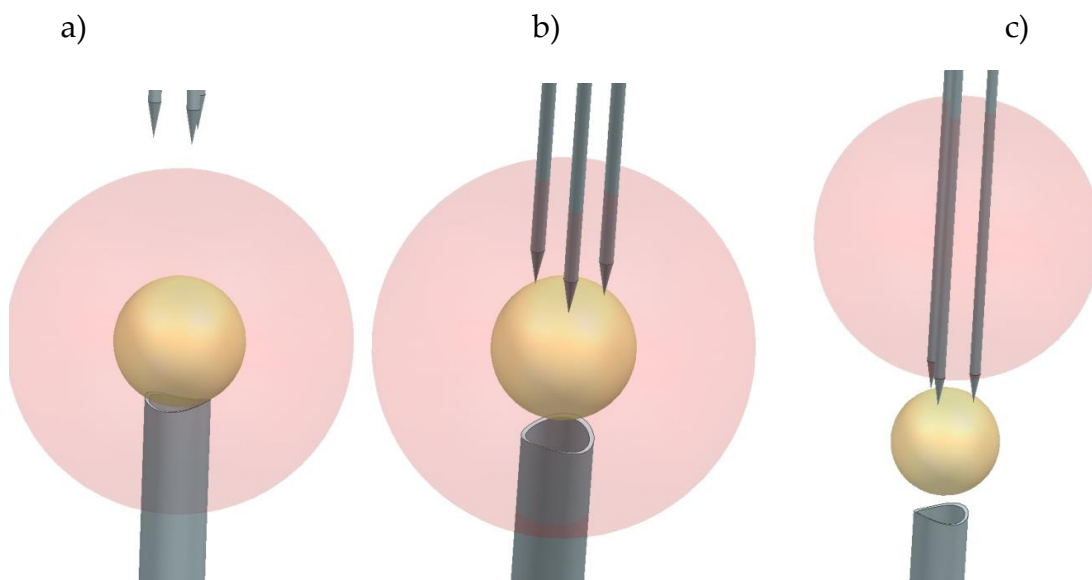
Rys. 30. Koncepcja drylowania wiśni wraz z geometrią ostrzy

Wspomaganie soniczne ostrza pozwolą na zachowanie struktury w pobliżu nacięcia skórki owocu, a także w jego wnętrzu. Ruch ostrza odbywa się do momentu kontaktu z pestką owocu (rys 31a). Następnie w pierwszym wariacie konstrukcji ostrzy drylujących wiśni z przeciwnej strony wiśni zostaną wprowadzone trzy szpilki, których celem jest wypchnięcie pestki owocu za pomocą otworu naciętego przez ostrze (rys 31b i 31c). W konstrukcji przewidziano trzy szpilki rozmieszczone co 120° tak, aby uniemożliwić pestce wiśni ruch na boki podczas jej wypychania. Zastosowanie igieł do wypchnięcia pestki spowoduje mniejsze



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

uszkodzenie skórki owocu a wewnętrzna struktura owocu będzie naruszona w niewielkim stopniu.



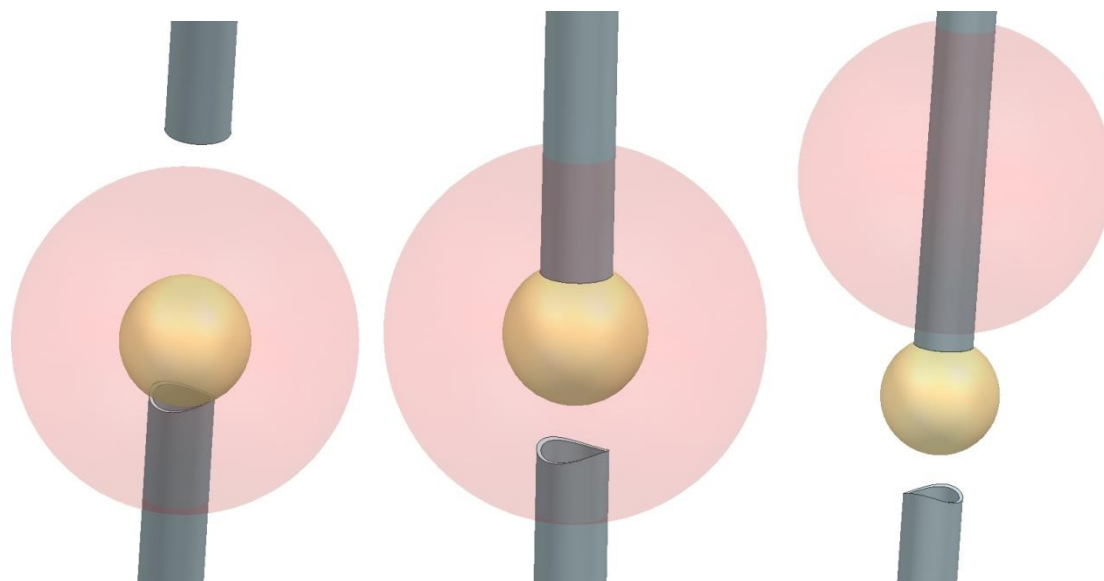
Rys. 31. Koncepcja drylowania wiśni - ruchy robocze ostrzy

W drugim wariantcie zamiast trzech szpilek zastosowano rurkę wypychającą. Rurka wypychająca, tak jak ostrze dolne również będzie wspomagane sonicznie. Jednak wspomaganie drganiem będzie realizowane jedynie do nacięcia skórki owocu oraz do nacięcia miąższu w górnej części owocu. W kolejnym etapie pestka owocu zostanie wypchnięta przez otwór wykonany przez ostrze w pierwszej operacji. Geometrie ostrzy różnią się od siebie ze względu na specyfikę pracy. Geometria górnego ostrza jest wykonana w postaci rurki o średnicy $\varnothing 4 \times 0.25$ mm z stożkowym zakończeniem geometrii powierzchni czołowej. Geometria ostrza ma na celu wypchnięcie pestki z owocu oraz zablokowanie możliwości jej obrotu.

W opracowaniu zaproponowano ostrza o średnicy zewnętrznej $\varnothing 4$ mm, natomiast szpilki mają średnicę 1 mm. Docelowa średnica ostrzy zostanie ustalona na podstawie prób eksperymentalnych procesu drylowania. Geometria ostrza zostanie dobrana tak, aby w jak najmniejszym stopniu naruszyć strukturę drylowanego owocu. Na rysunku nr 32 została przedstawiona druga koncepcja konstrukcji ostrzy drylujących wiśnie.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 32. Koncepcja drylowania wiśni - ruchy robocze ostrzy (wariant II)

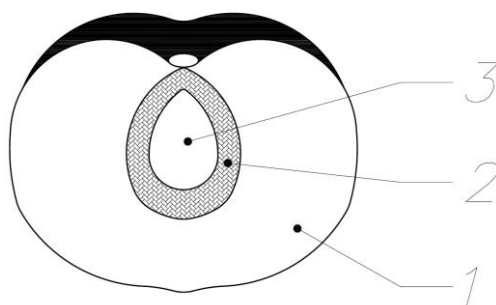
7.2. Opracowanie koncepcji zabieraka do wiśni

Zabierak wiśni oraz mechanizm podziałowy będą wchodziły w skład urządzenia do drylowania wiśni z wykorzystaniem noża ultradźwiękowego oraz systemu podciśnienia. Przedstawione prace dotyczą konstrukcyjnych rozwiązań koncepcyjnych, które będą mogły być zaaplikowane w gotowym urządzeniu. Zaprezentowane rozwiązania były rozwijane w miarę postępów w pracach badawczych oraz na skutek przyjętych przez zespół badawczy kierunków rozwoju urządzenia. Dobór adekwatnego rozwiązania był wynikiem końcowym niniejszego zadania.

Wiśnia jest zaliczana do owoców soczystych, z owocnią jadalną zbudowaną z tkanki miękkiszowej. Ponadto wiśnia jest pestkowcem tzn., że posiada pestkę, którą tworzy wewnętrzna, twarda zdrewniała część owocni otaczająca nasienie. Schemat owocu wiśni w przekroju zaprezentowano na rys. 33.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 33. Przekrój wiśni: 1 - owocnia (mezokarp), 2 - owocnia (endokarp), 3 - nasiono.

Istnieje wiele odmian wiśni. Dla celów niniejszego opracowania zostanie pokrótce opisany owoc wiśni z uwzględnieniem jego kształtu i rozmiarów.

Owoc wiśni posiada kształt zbliżony do kulistego - w przekroju zbliżony do okrągłego lub sercowaty - rys. 34. W zależności od odmiany średnica zewnętrzna owocu wiśni jest w zakresie 15 mm do nawet 25 mm. Pestka znajduje się wewnątrz owocu, ale nie centralnie, tylko na styku połączenia owocu z szypułką, na ogół jest w kształcie elipsoidy wydłużonej spłaszczonej – rys. 33 i 34.



Rys. 34. Przykładowe odmiany wiśni w przekroju

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

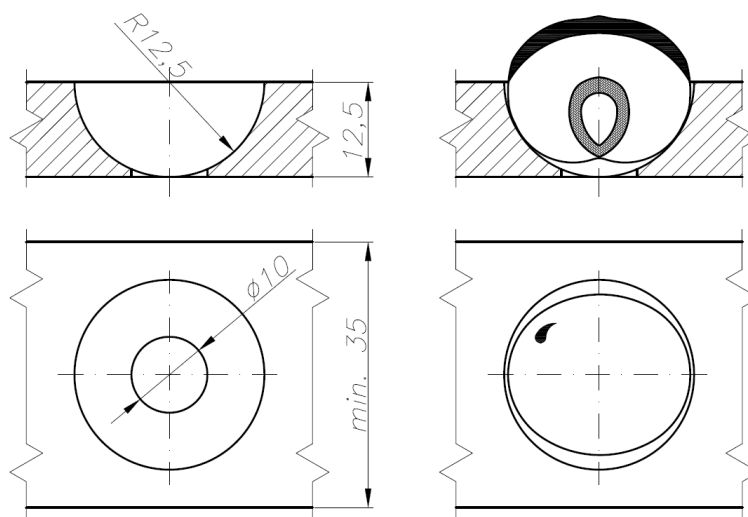
Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Do celów konsumpcyjnych całego owocu, również do kandyzowania, wybiera się owoce o średnicy ≥ 20 mm.



Rys. 35. Proponowany kształt i wymiary gniazda na owoc, oraz widok owocu umiejscowionego w gnieździe

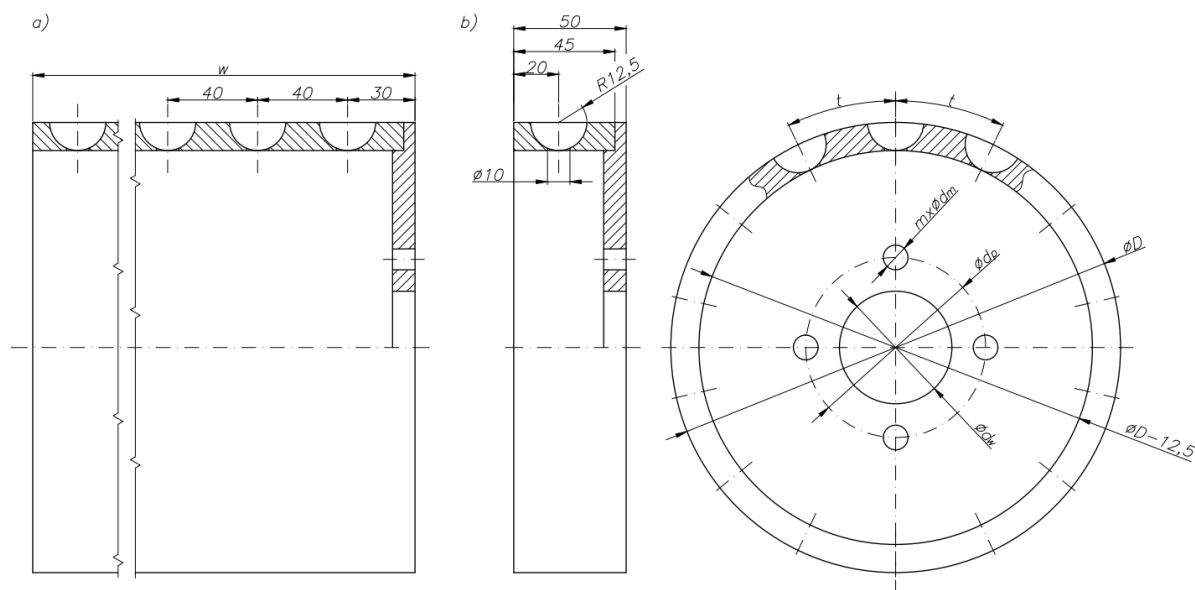
Zaprezentowana w niniejszym opracowaniu koncepcja zabieraka wiśni wykorzystuje jej właściwości geometryczne. Sam zabierak planuje się wykonać jako gniazdo na owoc wiśni. Gniazdo może być umieszczone na obrotowym bębnie lub na taśmie. Założenia dla gniazda są następujące:

- musi być możliwość umiejscowienia owocu wiśni o średnicy ≥ 18 mm,
- umiejscowiony owoc nie może swobodnie wypadać z gniazda,
- gniazdo musi posiadać możliwość usunięcia pestki z owocu,
- gniazdo musi posiadać możliwość umiejscowienia w nim owocu w dowolnym położeniu,
- gniazdo musie ustawiać owoc w swojej osi.

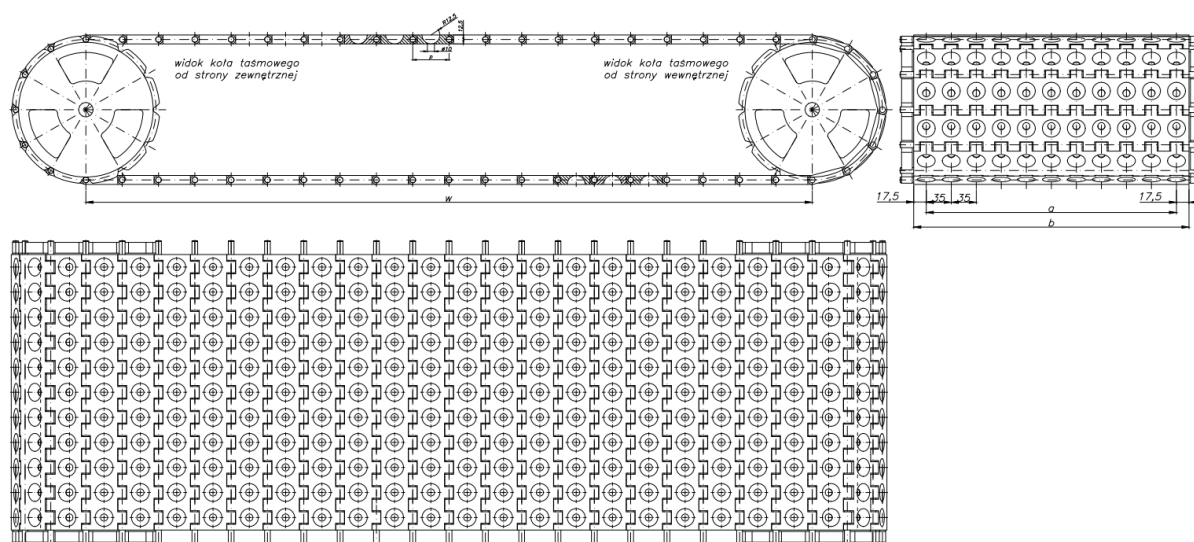
Gniazdo planuje się wykonać w postaci półkulistego wybrania lub wybrania walcowego zakończonego stożkiem z otworem na dnie wybrania. Koncepcja kształtów i wymiarów zabieraka owoców zaprezentowano na rys. 36.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 36. Widok koncepcji zabieraka bębnowego



Rys. 37. Widok koncepcji zabieraka taśmowego

Po przeanalizowaniu wad i zalet opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych zabieraków do wiśni zdecydowano się na wykorzystanie w konstrukcji drylownicy zabieraka bębnowego.

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

7.3. Opracowanie koncepcji mechanizmu podziałowego

W zależności od przyjętej koncepcji i rozwoju konstrukcyjnego zabieraka wiśni, należy opracować odpowiedni mechanizm podziałowy umożliwiający zsynchronizowany ruch obrotowy bębna lub koła taśmowego z ruchem liniowym ostrzy drylujących. Należy rozważyć następujące rozwiązania umożliwiające ruch ostrzy drylujących względem umieszczonej w gnieździe zabieraka wiśni :

1. Ruch zabieraka z wiśnią oraz noża realizowany jest za pomocą dwóch niezależnych napędów (bez mechanizmu podziałowego)

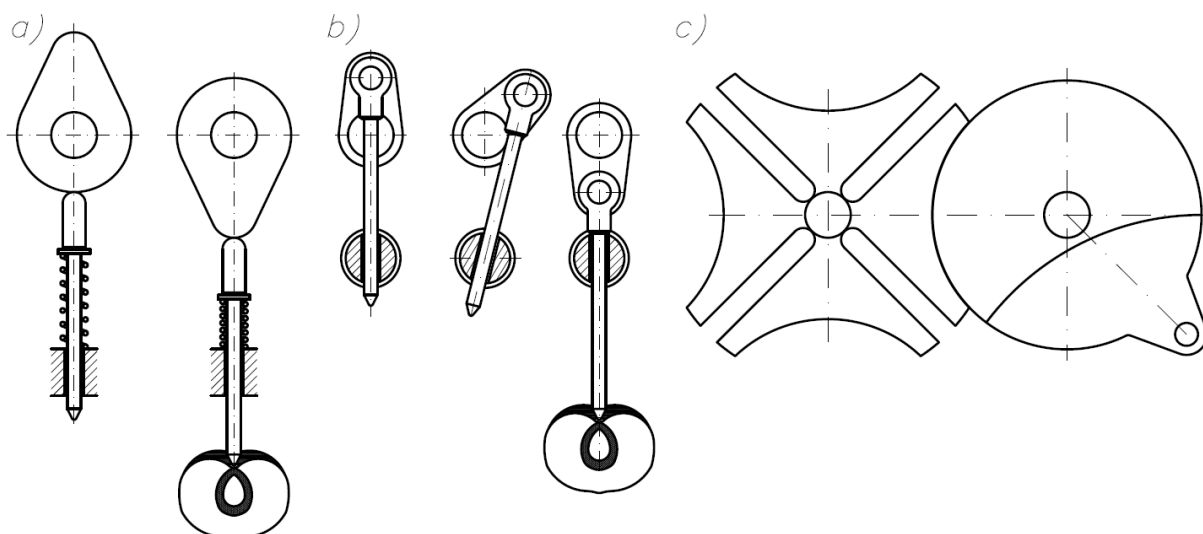
- w rozwiązaniu ręcznym ruch obrotowy koła/taśmy zabieraka realizowany przez mechanizm korbowy ręczny zaopatrzonego w mechanizm zapadkowy umożliwiającą pozycjonowanie gniazda z wiśnią pod nożami ultradźwiękowymi, natomiast ruch liniowy ostrzy drylujących realizowany przez mechanizm dźwigni z mimośrodem.
- w rozwiązaniu automatycznym sterowanie czujnikami dwóch niezależnych od siebie silników. Przy czym jeden silnik realizuje ruch obrotowy koła/taśmy zabieraka, a drugi ruch liniowy ostrzy drylujących.

2. Ruch zabieraka z wiśnią oraz noża realizowany jest za pomocą mechanizmu podziałowego. Niezależnie od wyboru rozwiązania napędu ręcznego czy automatycznego ruch obrotowy koła/taśmy zabieraka względem ruchu liniowego noża ultradźwiękowego jest powiązany poprzez mechanizm podziałowy, który może być w postaci (rys. 38):

- mechanizmu krzywkowego - odpowiednio wyprofilowana krzywka umożliwia ruch liniowy noża ultradźwiękowego dla danego położenia koła/taśmy zabierakowej - rys. 38a,
- mechanizmu korbowego - realizujący ruch liniowy lub ruch harmoniczny końcówki noża ultradźwiękowego, zsynchronizowanie napędów pozwala na uzyskanie położenia noża w odpowiednim miejscu i czasie w owocu wiśni - rys. 38b,
- mechanizm maltański - zamieniający ciągły ruch obrotowy członu napędzającego w ruch obrotowy przerywany członu napędzanego. Sworzeń, (palec) koła napędzającego wchodzi kolejno w wycięcia krzyża powodując jego okresowy obrót o pewien kąt. Krzyż ten posiada także wycięcie blokujące człon napędzany pomiędzy kolejnymi obrotami - rys. 38c. Mechanizm ten proponuje się zintegrować z mechanizmem krzywkowym lub innym pozwalającym na realizowanie ruchu umożliwiającego przemieszczanie noża ultradźwiękowego.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 38. Propozycje rozwiązań konstrukcyjnych mechanizmu podziałowego: a) mechanizm krzywkowy, b) mechanizm korbkowy, c) mechanizm maltański

Po przeanalizowaniu wad i zalet opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych mechanizmu podziałowego zdecydowano się na wykorzystanie w konstrukcji drylownicy mechanizmu maltańskiego.

7.4. Hipoteza ewakuacji owocu wiśni

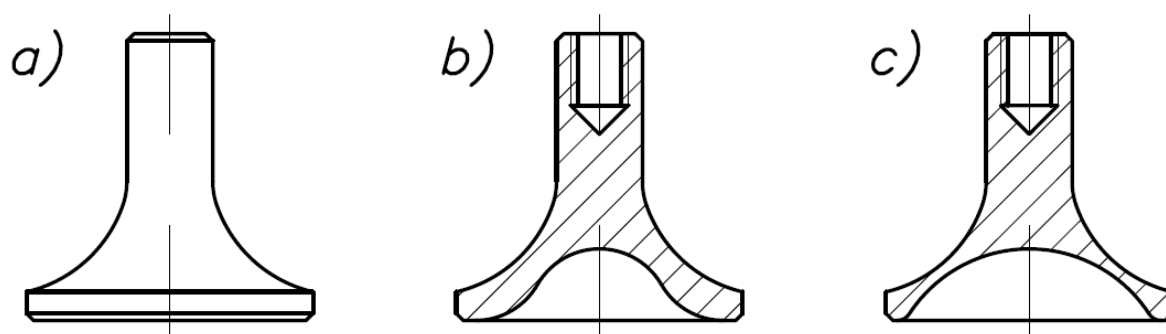
W podrozdziale 7.4 zaprezentowano hipotetyczną możliwość ewakuacji pestki z owocu wiśni z jak najmniejszym uszkodzeniem samego owocu. Przy czym należy zaznaczyć, że przedstawiona poniżej koncepcja to, na obecnym etapie, wyłącznie jedna z hipotez, którą zdaniem autora niniejszego opracowania należy przetestować w praktyce.

Oddzielenie pestki od miąższu owocu wiśni może zostać dokonane dowolną, skuteczną metodą. Hipoteza oddzielenia pestki poprzez zastosowanie zwierciadła akustycznego. Tego typu technologia stosowana jest głównie w medycynie do litotrypsji (kruszenie kamieni nerkowych), leczenia fizykalnego chorób stawów o podłożu reumatycznym, artrozach, chorobach ścięgien i przyczepów mięśniowych, stanach po złamaniu kości, chorobie Bechterewą, zespole Sudecka, sklerodermii, przykurczu Duputrena, a także w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa.

Przykładowe zwierciadła akustyczne, których działanie można przetestować na owocu pokazano na rys. 39.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



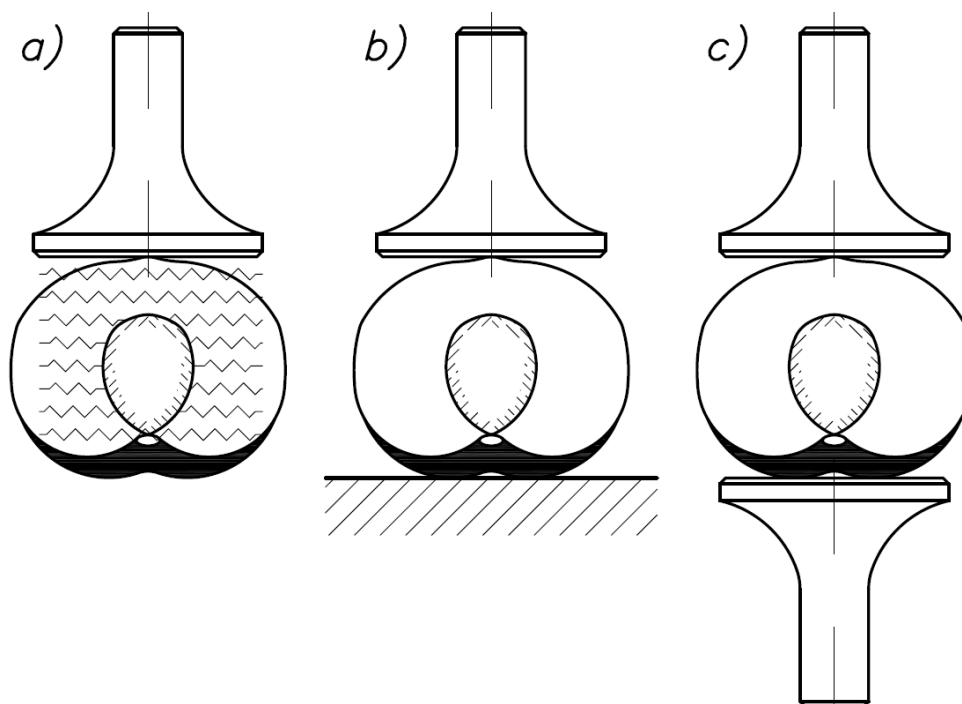
Rys. 39. Przykładowe zwierciadła akustyczne do oddzielenia pestki od miąższu wewnątrz owocu wiśni: a) zwierciadło płaskie $f=\infty$, b) zwierciadło wklęsłe $f=10$, c) zwierciadło wklęsłe $f=20$. (opracowanie własne)

Fale akustyczne (ultradźwiękowe) to drgania cząsteczek ośrodka. Fale te tworzone są zatem przez periodyczne drgania cząsteczek: ciał stałych, cieczy lub gazów. W przypadku ultradźwięków, częstotliwości tych drgań są w zakresie ponad 20kHz. Prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej zależy od gęstości ośrodka materialnego. W wodzie i tkankach miękkich jest ona znacznie mniejsza niż w tkankach twardych. Fala ultradźwiękowa docierając na granice dwóch ośrodków ulega częściowemu odbiciu, natomiast ta część fali, która przejdzie przez tę granicę zmienia prędkość i kierunek oddziaływania. Najsilniejsze oddziaływanie fali ultradźwiękowej ma miejsce właśnie na granicy ośrodków – np. w miejscu przejścia tkanki miękkiszowej owocu w zdrewniałą pestkę. W zależności od częstotliwości fali ultradźwiękowej ulega one absorpcji na różnych głębokościach. Wraz ze wzrostem częstotliwości drgań intensywniejsza staje się ich absorpcja, a co za tym idzie mniejsza przenikliwość w głąb owocu. Istotą biologicznego oddziaływania ultradźwięków na tkanki (zarówno zwierzęce jak i roślinne) jest naprzemienne zagęszczanie i rozrzedzenie ośrodka. To z kolei prowadzi do powstania zmiennego ciśnienia fali akustycznej.

W pierwszym etapie należy oddzielić trwale pestkę od miąższu owocu. Jedną z proponowanych metod jest zastosowanie zwierciadła akustycznego. Schemat procesu został przedstawiony na rys. 40.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 40. Schematyczne zilustrowanie procesu oddzielenia pestki od miąższu przy użyciu fal ultradźwiękowych:
a) schemat przemieszczania się fali ultradźwiękowej w owocu z zastosowaniem zwierciadła akustycznego płaskiego ($f=\infty$), b) użycie pojedynczego zwierciadła, c) użycie dwóch zwierciadeł

Aby proces był skuteczny, zwierciadło powinno stykać się z owocem poprzez jak największą powierzchnię. W tym celu można wykorzystać elastyczność owocu i docisnąć zwierciadło z niezbyt dużą siłą do owocu - np. poprzez odpowiednio dobraną sprężynę. Powinno to spowodować spłaszczenie się owocu, a tym samym powiększenie powierzchni styku.

Drugą zaproponowaną metodą usuwania pestki jest zastosowanie podciśnienia. Z podciśnieniem mamy do czynienia wtedy, gdy w danym obszarze (na ogół ograniczonym, zamkniętym) powstaje różnica ciśnień pomiędzy ciśnieniem atmosferycznym a bezwzględnym, przy czym ciśnienie bezwzględne jest mniejsze od ciśnienia atmosferycznego. Dla celów niniejszego opracowania przyjmujemy w uproszczeniu, że ciśnienie atmosferyczne $p_a=1\text{atm}=1\text{bar}=100\text{kPa}$. Natomiast każda wartość ciśnienia bezwzględnego p_r poniżej wartości wskazanych to podciśnienie $p_r < p_a$.

W zastosowaniach przemysłowych podciśnienie jest wykorzystywane głównie w systemach automatyzacji oraz podnoszenia podciśnieniowego. Odpowiednie przysawki próżniowe umożliwiają transport blach, drewna, szkła i innych materiałów nie tylko w postaci

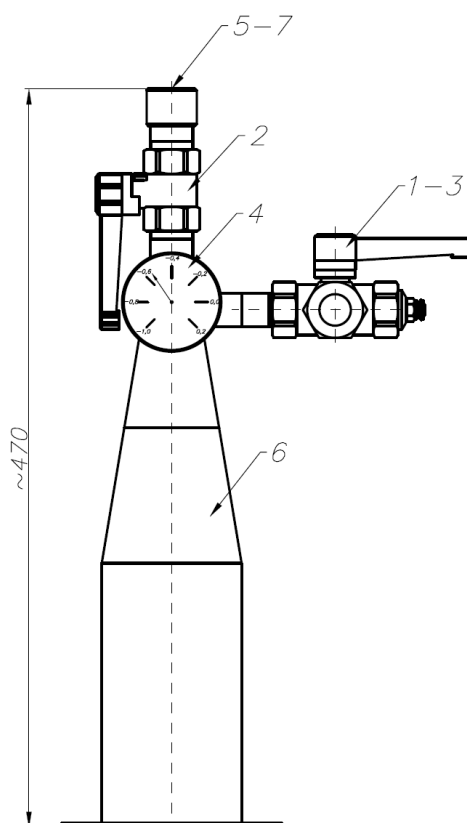


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

płyt płaskich, ale również elementów o zróżnicowanych kształtach. Odpowiednia ilość oraz kształt zastosowanych przysawek umożliwiają transport nawet bardzo ciężkich elementów. Stosowane ciśnienia w tym przypadku wynoszą ok. 0,7 bara.

W trakcie prowadzonych prac opracowano hipotezę, że przy użyciu podciśnienia, pestka może być ewakuowana z owocu przy minimalnym uszkodzeniu miąższu, po uprzednim oddzieleniu pestki od miąższu wewnątrz owocu. Do tego celu została zaprojektowana tzw. butelka próżniowa na końcu której należy umieścić owoc.

Schemat przyrządu zaprezentowano na rysunku 41.



Rys. 41. Schemat butelki próżniowej. 1- zawór próżniowy, 2 - zawór ssący, 3 - szybkozłączce do podłączenia sprężarki/pompy próżniowej, 4 - manometr, 5 - końcówka na wiśnie, 6 - butelka, 7 - nypel

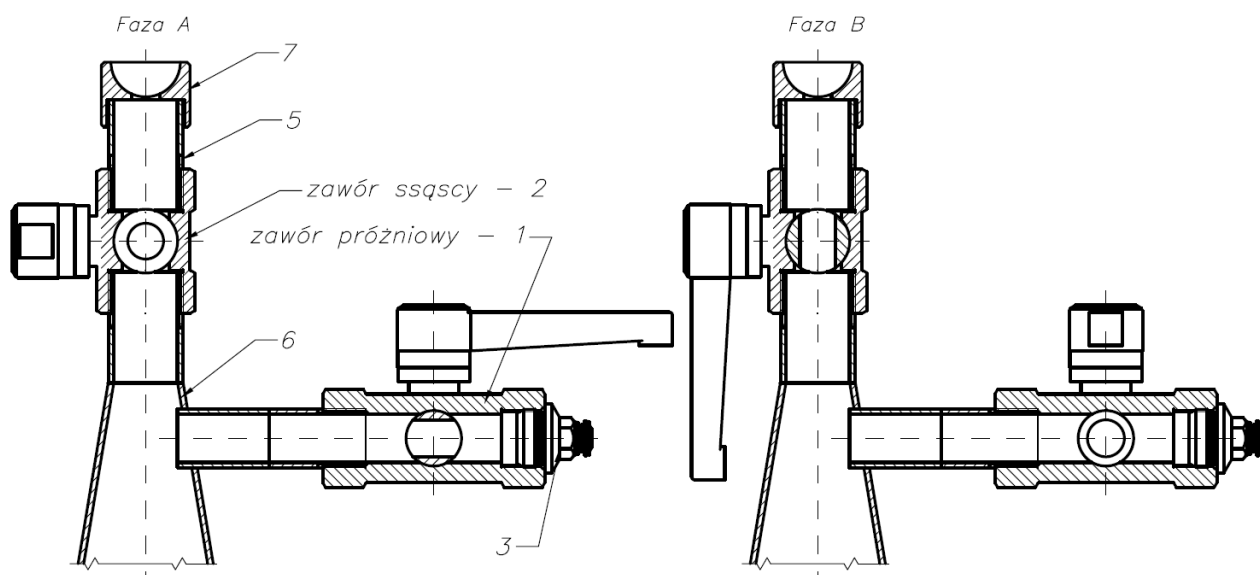
Butelka próżniowa składa się z pojemnika (6) o objętości $\sim 1,60 \text{ dm}^3$. Objętość butelki można regulować w zakresie $\sim 1,60 \div 0,1 \text{ dm}^3$ poprzez uzupełnienie butelki płynem (np. wodą) o określonej objętości. W celu wytworzenia w butelce (6) pożądanego ciśnienia należy zamknąć zawór ssący (2) i otworzyć zawór próżniowy (1). Pompa próżniowa podłączona do



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

szybkozłączka (3) wytworzy w pojemniku podciśnienie. Wartość podciśnienia można odczytać na manometrze (4). Po otrzymaniu żądanego podciśnienia zawór próżniowy (1) należy zamknąć. Owoc wiśni należy umieścić szypułką ku dołowi na końcówce na wiśni (5). Przy czym może okazać się zasadne dodatkowe nacięcie owocu przy szypułce, celem łatwiejszej ewakuacji pestki. Następnie należy otworzyć zawór ssący (2). Ciśnienie w butelce będzie dążyło do wyrównania się z ciśnieniem atmosferycznym poprzez zassanie określonej objętości powietrza z atmosfery. Ponieważ owoc wiśni będzie pełnił rolę "korka", ciśnienie próżni będzie na niego oddziaływało chcąc wessać owoc do pojemnika.

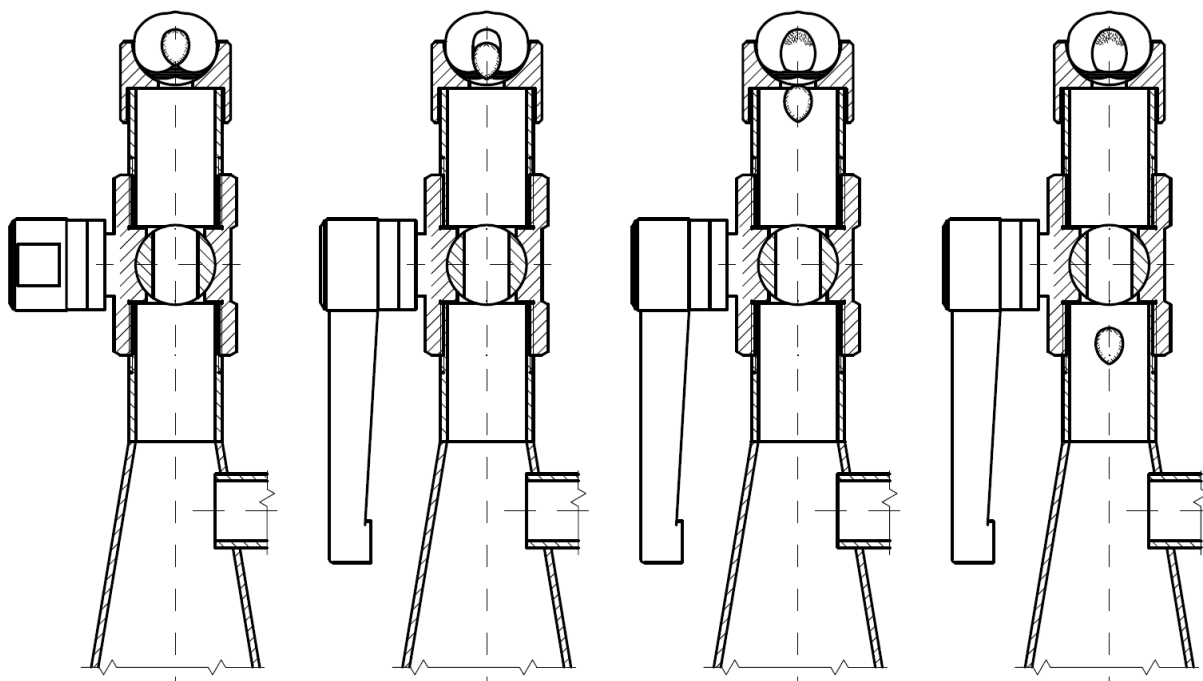
Jeżeli hipoteza się potwierdzi, to przy odpowiednich parametrach procesu (ciśnieniu i objętości próżni) pestka powinna zostać wyszana z owocu i opaść na dno pojemnika. Pestkę z pojemnika można wyjąć przez otwarty zawór ssący (2) przechylając butelkę o 180° (dnem do góry). Proces można powtarzać wielokrotnie. Na rys. 42 i rys. 43 schematycznie zaprezentowano poszczególne fazy ewakuacji pestki z owocu wiśni.



Rys. 42. Schemat działania przyrządu. Faza A - faza wytworzenia próżni: pozycja 1: zawór próżniowy otwarty, pozycja 2: zawór ssący zamknięty. Faza B - faza zasysania pestki: pozycja 1: zawór próżniowy zamknięty, pozycja 2: zawór ssący otwarty



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 43. Schematyczna prezentacja ewakuacji pestki z owocu wiśni przy użyciu podciśnienia - Faza B

Przedstawione w niniejszym raporcie koncepcje są hipotezami badawczymi, które wykorzystano do opracowania rozwiązania końcowego, w którym podciśnienie wykorzystywane jest jako czynnik wspomagający ewakuację pestki.

7.5. Opracowanie koncepcji systemu ewakuacji pestek

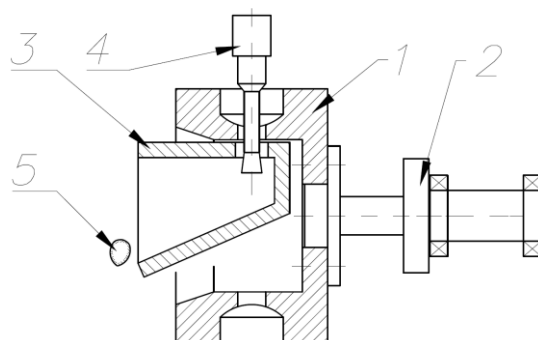
Drylownice przemysłowe to urządzenia zautomatyzowane o dużej wydajności dochodzącej do 300 kg/h - niektóre urządzenia oferowane na rynku sięgają wydajnością nawet do 1200 kg/h. Urządzenia takie ogólnie można podzielić na drylownice bębnowe (elementem z gniazdami na owoce jest bęben) oraz drylownice taśmowe (elementem z gniazdami na owoce jest pas lub taśma) [60 do 62].

System transportu pestek z drylownic powinien być zaprojektowany w taki sposób aby minimalizował straty, zapewniał efektywność procesu i utrzymanie wysokiej jakości pestek (wykorzystywanych w dalszej obróbce np. do sadzenia lub jako półprodukt do produkcji pelletu). Dostosowanie systemu do konkretnych potrzeb i rodzaju nasion jest kluczowe w osiągnięciu optymalnych wyników.



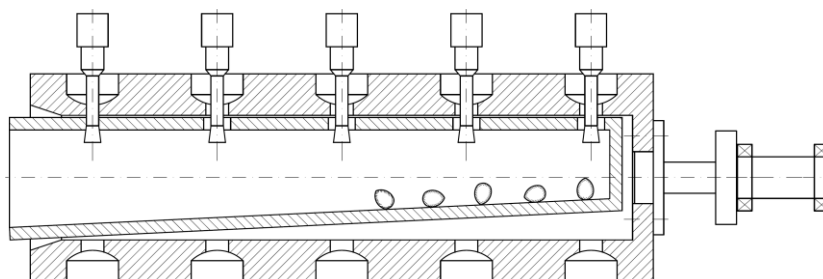
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Obecnie stosowane rozwiązania systemu transportu pestek z urządzenia do drylowania owoców w postaci drylownicy, szczególnie bębnowej, wykorzystują zsydnię (równie pochyłą). Po wydrylowaniu owocu pestka spada do zsydni, która posiada pochylnię ustawioną pod odpowiednim kątem, pozwalającą na grawitacyjne sturlanie się pestki, a tym samym jej ewakuację z drylownicy. Schemat obecnego rozwiązania przedstawiono na rys. 44.



Rys. 44. Schemat rozwiązania ewakuacji wiśni za pomocą zsydni grawitacyjnej. 1 - bęben drylownicy z gniazdami na owoce, 2- wał napędowy bębna, 3 - zsydnia grawitacyjna, 4 - grot drylownicy, 5 - ewakuowane pestki

Takie rozwiązanie jest bardzo proste i efektywne. Problem jednak pojawia się wtedy, gdy użyty bęben posiada więcej jak jeden rząd gniazd umieszczony na jego obwodzie. W takim wypadku długość całego bębna zwiększa się, a co za tym idzie kąt nachylenia zsydni się zmniejsza. Schematycznie pokazano to na rys. 45.



Rys. 45. Zsydnia dla dłuższego bębna. Kąt zsydni znacząco się zmniejsza

W przypadku gdy średnica wewnętrzna bębna wynosi standardowy 60 mm (co daje osiem gniazd na obwodzie), a jego długość determinująca długość zsydni wynosi więcej jak 300 mm, kąt nachylenia zsydni zmniejsza się poniżej $1,5^\circ$. Przyjmuje się, że minimalny efektywny kąt zsydni grawitacyjnej powinien wynosić $5^\circ \div 8^\circ$. Przy kącie $1,5^\circ$ i mniejszym istnieje duże prawdopodobieństwo, że pestka nie zsunie się grawitacyjnie po zsydni i zablokuje



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

na jej powierzchni. Tym bardziej, że sama pestka jest pokryta sokiem oraz resztkami owocu, co daje jej pewne właściwości adhezyjne i możliwość przyklejenia do podłoża zsypani o zbyt małym kącie nachylenia.

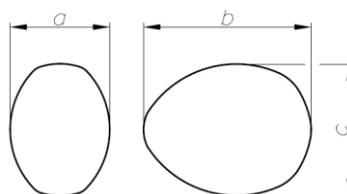
Kąt nachylenia można zwiększyć poprzez zwiększenie średnicy wewnętrznej bębna dla danej długości zsypani. Nie jest to jednak zawsze możliwe lub powodowałoby to znaczne zwiększenie gabarytów całego urządzenia. Dlatego zaproponowano metodę transportu pestek za pomocą przenośnika śrubowego (ślimakowego).

Materiałem do badań i analiz były pestki wiśni, których gabaryty i właściwości zaprezentowano na rys. 46 i tabeli 1. Prezentowane wartości to: m - masa, d_g - średnia geometryczna średnica, S - sferyczność, v - objętość oraz f - współczynnik tarcia. Badania przeprowadzono dla 100 pestek wiśni. Pomiary zostały przeliczone według następujących zależności [63, 64]:

$$d_g = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c} \quad (1)$$

$$S = \frac{d_g}{b} \cdot 100 \quad (2)$$

$$V = \frac{a \cdot b \cdot c}{6} \cdot \pi \quad (3)$$



Rys. 46. Schematyczne zaprezentowanie wymiarów pestki wiśni, będącej przedmiotem analizy

Tabela 1. Właściwości geometryczne, masa i współczynnik tarcia pestek wiśni (wyniki uśrednione) [64 do 67]

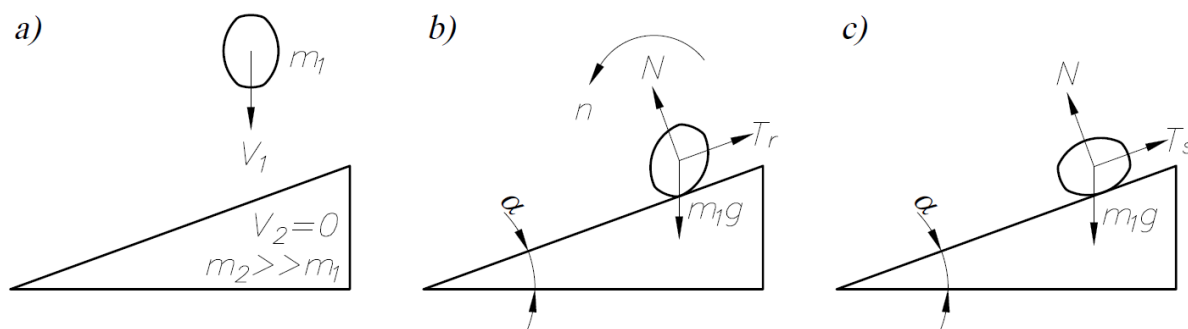
Właściwości		Wartość
Wymiary, mm	a	9.00
	b	12.00
	c	10.00
Średnia geometryczna średnica d_g , mm		7.00
Sferyczność S , %		60.00
Masa m , g		0.45
Współczynnik tarcia f , - (do ocynkowanej powierzchni ze stali miękkiej)		0.70



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Aby dokonać analizy efektywności transportu pestek równią pochyłą należy wziąć pod uwagę następujące aspekty - rys. 47.

- spSprężyste/niesprężyste zderzenie kanału z pochyłą płaszczyzną,
- transport równią z udziałem tarcia tocznego,
- transport równią z udziałem tarcia ślizgowego.



Rys. 47. Schemat rozpatrywanych możliwości: a) zderzenie sprężyste/niesprężyste, b) tarcie toczne, c) tarcie ślizgowe

Standardowe drylownice z krótki bębnem posiadają zainstalowaną równię pochyłą o kącie nachylenia minimum $\alpha=30^\circ$, tj gdy $tg\alpha\approx 0,6$. Odpowiada to mniej więcej proporcji wysokości równi pochyłej h do jej długości jak 1.0/1.5 i stanowi maksymalny procent promienia średnicy wewnętrznej bębna:

$$tg\alpha = \frac{h}{l} \quad (4)$$

Proporcje takie zapewniają wystarczające parametry geometryczne urządzenia do transportu pestek poza drylownicę oraz umieszczenie takiej zsydni wewnątrz bębna drylownicy. Zaobserwowano, że w trakcie transportu pestki w pierwszej fazie odbija się ona od powierzchni zsydni co najmniej jednokrotnie, aby ostatecznie "wytoczyć się" z niej na zewnątrz. Ze względu na nieregularny kształt pestki oraz pokrycie jej powierzchni resztkami miąższu, bardzo trudno jest zamodelować sposób zachowania w trakcie transportu. Pierwszym problemem jest uznanie czy zderzenie pestki (posiadającej pewną prędkość początkową po wydrylowaniu V_1) z powierzchnią zsydni, to zderzenie sprężyste czy niesprężyste. Niezależnie od rodzaju zderzenia, w obu przypadkach należy uznać, iż jest to zderzenie ciała (pestki) z nieruchomą tarczą (zsydnią) posiadającą bardzo dużą masę zderzenie ciał (pit, m_1) z nieruchomym ciałem (nachyloną płaszczyzną, m_2) o bardzo dużej masie $m_2 \gg m_1$



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

and $V_2=0$. Zgodnie z zasadą zachowania pędu i zachowania energii prędkości obu ciał możemy wyznaczyć z zależności:

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = m_1 \cdot V'_1 + m_2 \cdot V'_2 \quad (5)$$

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot V'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 \cdot V'^2_2 \quad (6)$$

gdzie V_1, V_2 - to prędkości odpowiednio pestki i równie przed zderzeniem, natomiast V'_1, V'_2 - to odpowiadające im prędkości po zderzeniu.

Dla zderzenia sprężystego, przy założeniu $m_2 \gg m_1$ oraz $V_2=0$:

$$V'_1 \gg -V_1 \quad (7)$$

$$V'_2 \gg 0 \quad (8)$$

Dla zderzenia niesprężystego, przy założeniu $m_2 \gg m_1$ oraz $V_2=0$:

$$V'_1 + V'_2 \gg 0 \quad (9)$$

W pierwszym przypadku prędkość pestki po odbiciu będzie miała taką samą wartość, ale przeciwny kierunek. W drugim przypadku prędkość pestki zostanie "wytlumiona" przez masę równi.

W rzeczywistości odbicie pestki jest "pomiędzy" odbiciem sprężystym a nie sprężystym. Nieregularny kształt oraz adhezyjne właściwości pozostałego na pestce miąższu komplikują obliczenia.

Rozważmy teraz przypadek możliwości stoczenia się pestki ruchem obrotowym (tarcie toczne T_r bez poślizgu). Zgodnie z prawem dynamiki dla ruchu postępowego:

$$m_1 a = m_1 g \cdot \sin \alpha - T_r \quad (10)$$

Zgodnie z prawem dynamiki dla ruchu obrotowego:

$$I \cdot \varepsilon = r \cdot T_r \quad (11)$$

$$a = \varepsilon \cdot r \quad (12)$$

Po rozwiązaniu powyższych równań, przy założeniu, że pestka jest kulą, oraz zakładając brak poślizgu, ruch postępowy ciała na równi jest ruchem jednostajnie przyspieszonym, to prędkość liniową możemy zapisać

$$V = \sqrt{g \cdot h} \quad (13)$$

Analogicznie dla przypadku zsunęcia się bez poślizgu pestki z równi pochyłej (tarcie ślizgowe T_s), wykorzystując zależność (11) i poczynając odpowiednie przekształcenia:



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot (1 - ctg\alpha)} \quad (14)$$

gdzie: prędkość kątowna $\omega = 2\pi n$, n - prędkość obrotowa, r - promień pestki, I - moment bezwładności (przyjmujemy, że dla kuli), ε - przyspieszenie kątowe.

Z równań (13) oraz (14) możemy dostrzec, iż dla $h \rightarrow 0$ również $V \rightarrow 0$.

Oczywiście powyższe rozważania są bardzo uproszczone i nie w pełni odzwierciedlają warunków rzeczywistych. Niemniej jednak z powyższych równań, jak i na podstawie intuicji inżynierskiej możemy założyć, że dla małych kątów równi, transport pestki na zewnątrz drylownicy będzie uniemożliwiony.

W związku z powyższym zaproponowano rozwiązanie polegające na transporcie pestek przenośnikiem śrubowym/ślimakowym. Przy czym ruch elementu roboczego przenośnika (spirali) może być realizowana za pomocą oddzielnego napędu lub zintegrowana (połączona poprzez sprzęgło) z napędem głównym bębna drylownicy.

Do obliczeń takiego przenośnika można wykorzystać zależności przedstawione w źródłach [68 do 72]. Przy czym zakładamy, że dla potrzeb rozwiązania przenośnik pracuje pod kątem nachylenia $\alpha = 0$.

Prędkość przesuwu pestek w korycie znajdujemy z zależności V , m/s:

$$V = \frac{p \cdot \omega}{2\pi} \quad (15)$$

gdzie: p - skok ślimaka, m; ω - prędkość kątowna ślimaka, rad/s.

Wydajność objętościową Q_v , m³/h oraz wydajność masową przenośnika Q_m , t/h poziomego liczymy z zależności:

$$Q_v = 450[(D + 2\delta)^2 - d^2] \cdot p \cdot \omega \cdot \varepsilon \quad (16)$$

$$Q_m = 450[(D + 2\delta)^2 - d^2] \cdot p \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \rho_s \quad (17)$$

gdzie: D - średnica zewnętrzna ślimaka, m; d - średnica wewnętrzna ślimaka, m; δ - luz promieniowy pomiędzy ślimakiem a obudową koryta, m; ε - współczynnik wypełnienia koryta (patrz: tabela 2), ρ_s - gęstość nasypowa, t/m³.

Siła pociągowa na wale napędowym F_H , N:

$$F_H = q \cdot l \cdot k \quad (18)$$

gdzie: q - jednostkowe obciążenie przenośnika, N/m; l - długość przenośnika, m; k - współczynnik oporów ruchu (patrz: tabela 2).

Moc napędowa przenośnika, P , W:

$$P = \frac{Q_v \cdot l \cdot \rho_s \cdot g}{3600} \cdot k \quad (19)$$

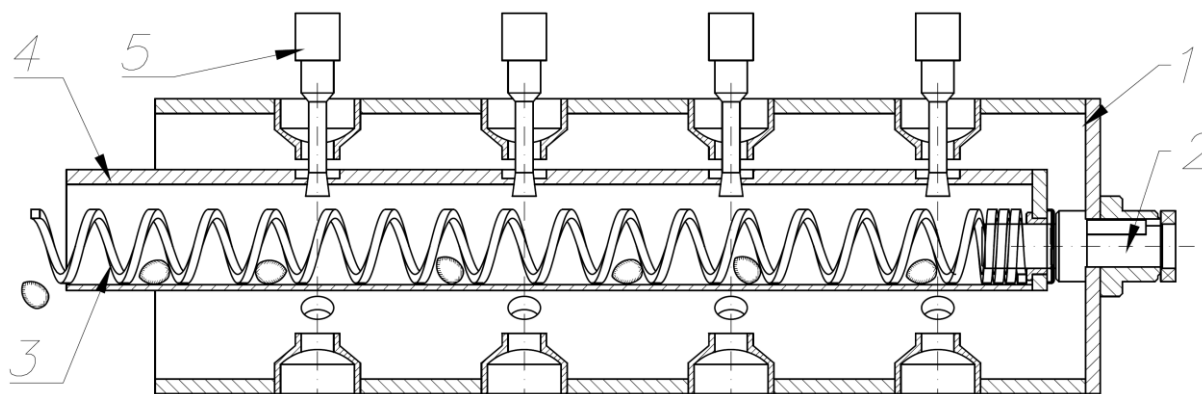


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Tabela 2. Parametry obliczeniowe dla różnego rodzaju transportowanych materiałów [69]

Material	ϵ	k
Materiały lekkie, swobodnie sypiące się i nieścierające, np: zboże, rzepak, kasza, zmielony węgiel	0.45÷0.50	1.25
Materiały o średnim ciężarze, nieścierające, drobnoziarniste, np.: fasola, soja, żwir, miął węglowy	0.38÷0.40	1.45÷1.85
Materiały w niewielkim stopniu ścierające się, drobnoziarniste, np.: węgiel, orzech, popiół, wapno, sól	0.30	2.10÷2.60
Materiały średniościerające, np.: cement, gips, kamień wapienny drobny, piasek formierski, siarka, kwaśny fosforan sodowy	0.25	3.20÷4.00

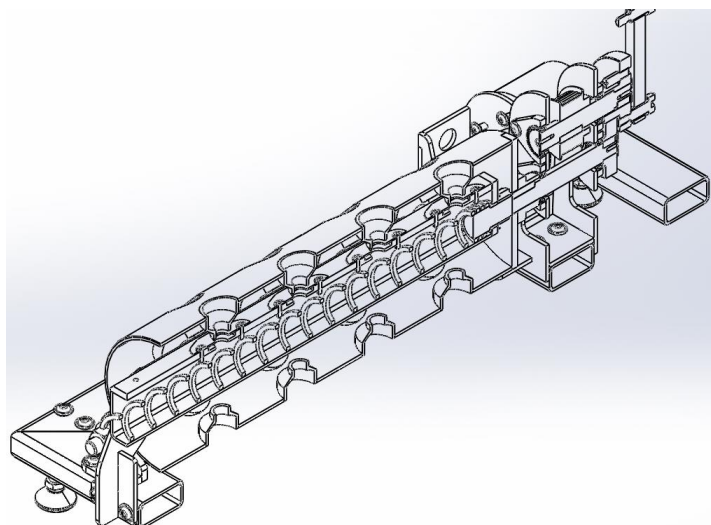
Na podstawie powyższych założeń oraz obliczeń zaprezentowano rozwiązanie polegające na mechanicznym transporcie pestek. Zdecydowano się na użycie przenośnika śrubowego w postaci spirali wykonanej z drutu stalowego o przekroju kwadratowym, która jest zintegrowana z bębnum drylownicy i obraca się z nim jednocześnie. Schemat działania zaprezentowano na rys. 48. Przekrój zaproponowanego rozwiązania pokazano na rys. 49.



Rys. 48. Schemat działania systemu ewakuacji pestek z urządzenia do drylowania owoców. 1 - bęben drylownicy z gniazdami na wiśnie, 2 - wał napędowy bębna wraz ze sprzęgłem, 3 - śruba przenośnika, 4 - kanał ewakuacyjny, 5 - groty drylownicy



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 49. Przekrój zaproponowanego rozwiązania dla gotowego projektu drylownicy bębnowej

Zasada działania jest następująca. Bęben drylownicy 1 napędzany jest bezpośrednio przez wał napędowy 2 (bęben wraz z wałem połączony jest na wpust pryzmatyczny). Do wału napędowego 2 poprzez sprzęgło podłączona jest śruba przenośnika 3. Śruba przenośnika osadzona jest na łożysku ślizgowym zainstalowanym w kanale ewakuacyjnym 4. Kanał ewakuacyjny 4 przymocowany jest do ramy urządzenia - drylownicy (na schemacie nie zostało to pokazane), w taki sposób, że jest unieruchomiony. Bęben drylownicy 1 wraz z śrubą przenośnika 3 obracają się symultanicznie za pomocą silnika podłączonego do wału napędowego 2. Za każdym obrotem bębna i śruby wydrylowana pestka zostaje przemieszczana w kierunku otworu wylotowego, aż do jej całkowitej ewakuacji.

System transportu pestek jest krytyczny dla efektywności procesu i utrzymania wysokiej jakości. Zastosowanie przenośnika śrubowego może rozwiązać problemy związane z kątem nachylenia zsywni w przypadku długich bębnow, co może prowadzić do zablokowania pestek. Nowe rozwiązanie ma potencjał poprawy efektywności procesu. Opracowane rozwiązanie wskazuje praktyczne aspekty technologiczne i inżynierskie związane z przetwarzaniem owoców oraz przedstawiają potencjalne innowacje w projektowaniu drylownic, mające poprawić wydajność i skuteczność procesu transportu pestek.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

8. Urządzenie do testowania procesu drylowania wiśni

Budowa urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni miała na celu opracowanie urządzenia, które umożliwi przeprowadzenie testów opracowanej koncepcji procesu drylowania. W ramach realizowanych zadań opracowano dokumentację prostego urządzenia do drylowania, które przez wprowadzenie innowacyjnych modyfikacji zostało przystosowane do testowania procesu drylowania w sposób taki, aby struktura owocu była naruszona w jak najmniejszym stopniu.

W ramach działań zrealizowanych w etapie drugim opracowane zostały następujące materiały:

- modele 3D części składowych urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni,
- model 3D złożenia urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni,
- procesy technologiczne wykonania wybranych części urządzenia do drylowania wiśni (technologia w postaci programów obróbkowych na obrabiarki CNC),
- opracowane zostały wytyczne i procedury budowy urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni,
- opracowane zostały procedury montażu urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni.

Poniżej przedstawiono opracowane wytyczne i procedury budowy i montażu urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni:

1. Konstrukcja urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni musi posiadać konstrukcję modułową, która umożliwi elastyczną zmianę konfiguracji urządzenia
2. Elementy składowe urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni mają być wykonane ze stopów lekkich (stop aluminium 2017A),
3. Elementy składowe urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni mają być wykonane w technologii obróbki skrawaniem
4. W konstrukcji urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni należy wykorzystać jak najwięcej komponentów znormalizowanych handlowych np.: prowadnice liniowe, łożyska, napęd ręczny w postaci korby itp.
5. Konstrukcja urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni powinna posiadać jak najwięcej połączeń rozłącznych (konstrukcja skręcana za pomocą śrub), co umożliwi łatwy montaż i demontaż poszczególnych modułów i części składowych.

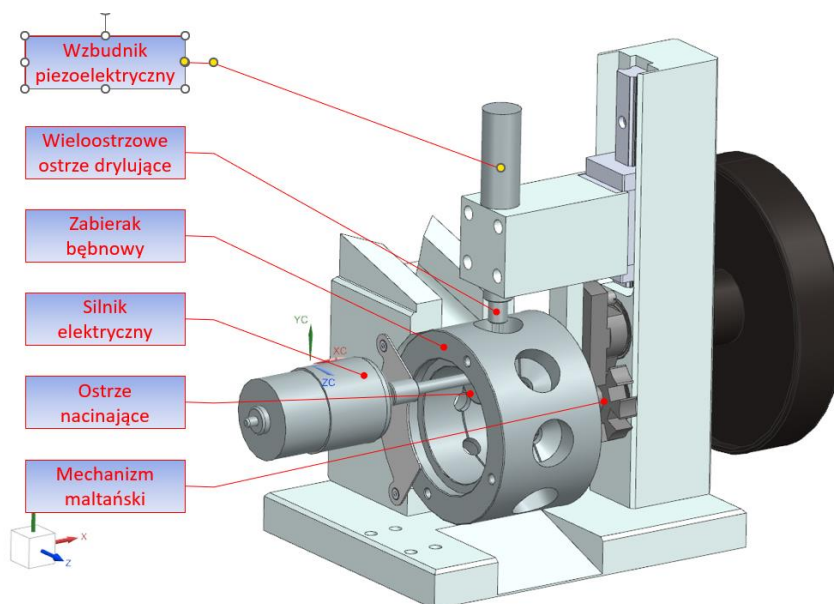


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

6. Konstrukcja urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni powinna posiadać mechanizmy umożliwiające płynną regulację położenia ostrza podcinającego oraz zderzaka owocu wiśni
7. Konstrukcja urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni powinna zapewniać możliwość zmiany konfiguracji ostrzy drylujących poprzez ich łatwą wymianę
8. Silnik napadający ostrze podcinające powinien być zasilany bezlicznym napięciem

Na rysunku poniżej przedstawiono model 3D złożenia urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni. Na rysunku oznaczono najważniejsze elementy konstrukcyjne, które odgrywają kluczową rolę w procesie drylowania.

Na rysunku 50 przedstawiono model 3D złożenia urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni z oznaczeniem najważniejszych elementów konstrukcyjnych, które odgrywają kluczową rolę w procesie drylowania.



Rys. 50. Model 3D urządzenia do testowania procesu drylowania wiśni

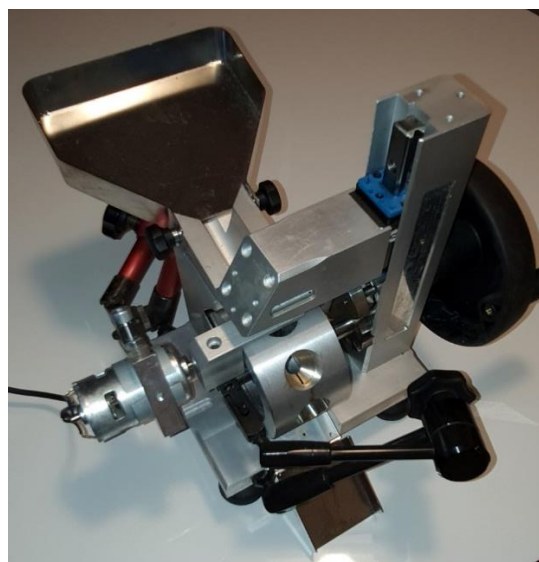
Na rysunkach 51 i 52 przedstawiono wykonane urządzenie do testowania procesu drylowania wiśni.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 51. Widok z góry wykonanego urządzenia do testowania procesu drylowania



Rys. 52. Widok izometryczny wykonanego urządzenia do testowania procesu drylowania

Konstrukcja urządzenia została wykonana ze stopów lekkich obrabianych/wykonanych technologia obróbki skrawaniem. Łączenie poszczególnych elementów składowych jest zrealizowane za pomocą połączeń gwintowych.

Opracowane urządzenie testujące proces drylowania wiśni zawiera dwa rodzaje ostrzy. Pierwsze obrotowe ostrze ma na celu zrobienie pojedynczego nacięcia skórki owocu. Obrotowe ostrze napędzane jest silnikiem zasilanym napięciem 12V. Płynną regulację



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

położenia ostra podcinającego oraz zderzaka owocu wiśni zrealizowana za pomocą dwóch przegubowych magnetyczny statywów. Drugie ostrze stanowi zestaw trzech igieł drylujących mających na celu wypchnięcie pestki owocu. Zastosowanie poziomego nacięcia na wiśni zdecydowanie zmniejsza stopień jej degradacji podczas procesu drylowania. Jest to spowodowane tym, że pestka za pomocą igieł drylujących przepychana jest przez wcześniej naciętą część owocu co zdecydowanie zmniejsza siłę potrzebną do przepchnięcia pestki. W tym rozwiązaniu w odróżnieniu do rozwiązań konwencjonalnych przepychana pestka nie rozrywa miąższu i skórki owocu ponieważ przeciskana jest przez wykonane przez obrotowe ostrze nacięcie. Proces nacinania jest realizowany, gdy owoc jest w gnieździe zabieraka wiśni, w którym specjalnie wykonano rowki dla ostrza obrotowego. W urządzeniu testującym proces drylowania ostrza nacinające zostały osadzone na specjalnym statywie. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość szybkiego przekonfigurowania, przezbrojenia a także zmiany położenia ostrza względem naciętych w zabieraku rowków, tak aby testować różne warianty miejsca nacięcia owocu (przesunięcie ostrza nacinającego względem rowka). Rozwiązanie to pozwala również na płynną regulację głębokości nacięcia w celu sprawdzenia jej wpływu na proces drylowania.

Ostrza realizujące właściwy proces drylowania zostały opracowane w formie igieł o średnicy 2 mm, osadzonych w dwóch wariantach: cztery igły osadzone co 90° lub trzy igły osadzone co 120° . Podczas prowadzenia testów nie zauważono znaczących różnic degradacji (uszkodzenia) owocu lub efektywności procesu drylowania w zależności od ilości zastosowanych ostrzy, aczkolwiek wyeliminowanie jednego ostrza pozwala na wyeliminowanie jednego otworu z wydrylowanego owocu.

Spośród różnych testowanych wersji i konstrukcji ostrzy wykonujących nacięcie poziome na owocu wybrano ostrze krążkowe Olfa RB45 (rys. 53). Ostrze RB45 to ostrze krążkowe o średnicy 45 mm wykonane ze stali narzędziowej zapewniającej dużą trwałość ostrzy. Ostrze ma grubość 0,3 mm co zapewnia wykonanie bardzo wąskiego poziomego nacięcia na strukturze owocu. Alternatywą dla zastosowanego ostrza może być inny model o oznaczeniu RB28, który ma średnicę 28 mm przy zachowaniu innych parametrów. Zastosowany model ostrza krążkowego jest uzależniony od średnicy wewnętrznej zabieraka wiśni.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 53. Ostrze krążkowe RB45

Na rysunku 54 przedstawiony został sposób mocowania ostrza krążkowego na wałku napędzającym. Docisk ostrza do czołowej części wałka jest realizowany za pomocą śruby, tak aby uniemożliwić przesunięcie ostrza podczas jego pracy. Dodatkowo zastosowane połączenie śrubowe pozwala na szybki montaż i demontaż ostrza krążkowego. Napęd na wałek krążkowy jest przekazywany bezpośrednio z silnika.



Rys. 54. Sposób montażu ostrza krążkowego RB28 w urządzeniu testującym proces drylowania

Na rysunku 55 przedstawiono ostrze igłowe realizujące właściwy proces drylowania w urządzeniu do testowania procesu drylowania. Ze względu na uzyskanie właściwej żywotności i sztywności igieł zdecydowano na zastosowanie igieł o średnicy 2 mm o kątach

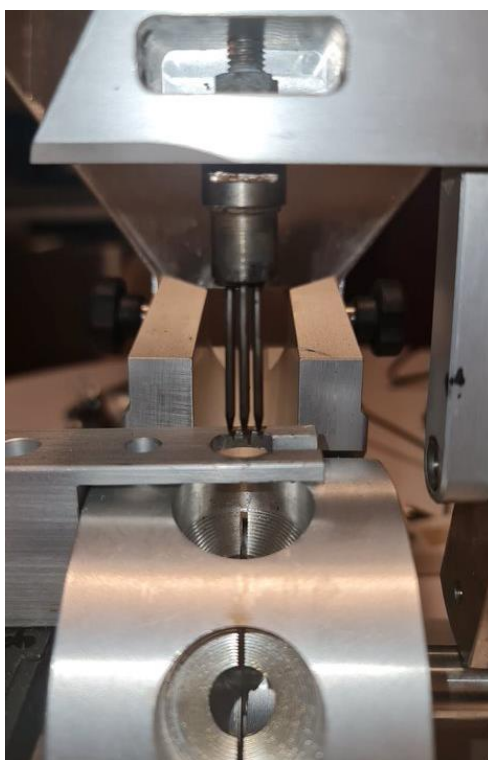


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

wierzchołkowym 45° wykonanych ze stali narzędziowej. W ramach prowadzonych prac był testowany szereg średnic oraz materiałów, z których mogą być wykonane igły. Testowano m.in. takie materiały jak: stal szybko tnącą, węgiel spiekany, stal narzędziowa, stal nierdzewna itp. Ze względu np. na małą sztywność igieł wykonanych z stali szybko tnących dla zakresu średnic do 2 mm zrezygnowano ze stosowania tego typu materiału i wymiarów gabarytowych. Igły wykonane z węgla spiekane zostały wyeliminowane ze względu na ich małą wytrzymałość. Podczas procesu drylowania, gdy średnica pestki jest znacznie większa od przyjętej wartości średniej wówczas istnieje zagrożenie zablokowania pestki w otworach zabieraka wiśni co może spowodować pęknięcie igły drylującej.

Zastosowanie stali narzędziowej niesie ze sobą szereg zalet ze względu na możliwość hartowania igieł jak i również ich azotowania lub nanoszenia diamentopodobnych powłok ochronnych DLC.

Szpilki osadzone są w korpusie ostrzy, który jest przykręcony za pomocą nakrętki do belki ostrzy. Za pomocą przekładni maltańskiej ruch igieł jest zsynchronizowany z ruchem zabieraka wiśni.



Rys. 55. Widok igieł drylujących w urządzeniu testującym proces drylowania



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Procedury i wytyczne konstrukcyjne ostrzy montowanych w urządzeniu testującym proces drylowania:

- stosować ostrza krążkowe z maksymalną średnicą zewnątrz 48 mm,
- minimalna zalecana średnica ostrza krążkowego wynosi 28 mm,
- stosować ostrza krążkowe o grubości 0,3 mm,
- ostrze krążkowe przed przystąpieniem do prac powinno być odpowiednio naostrzone, zalecany kąt ostrzenia około 45°,
- podczas montażu ostrza na wałek ostrzowy należy je odpowiednio osadzić na zewnętrznym czopie wałka oraz zabezpieczyć śrubą,
- zaleca się stosowanie igieł drylujących ze stali narzędziowych lub stali nierdzewnych,
- zalecana minimalna średnica szpilki drylującej wynosi 2 mm,
- zaleca się stosowanie szpilek z powłokami DLC,
- należy stosować trzy lub cztery szpilki drylujące, które powinny być rozmieszczone równomiernie na okręgu o średnicy podziałowej 5 mm
- szpilki powinny być odpowiednio zaszlifowane, a kąt wierzchołkowy powinien wynosić około 45°,
- szpilki należy osadzić w sposób nierozłączny w korpusie ostrzy, zalecane połączenie klejone,
- ze względu na zachowanie odpowiedniej sztywności igieł zaleca się stosowanie najkrótszych igieł umożliwiających proces drylowania.

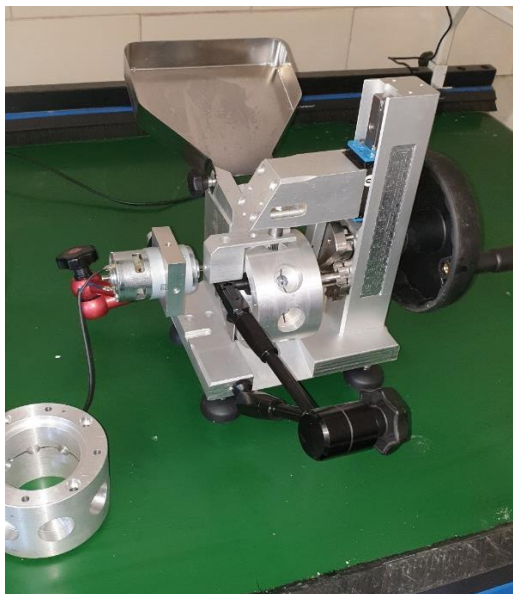


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

9. Testy procesu drylowania

Na rysunkach 53 do 55 oraz tabeli 3 przedstawione testy procesu drylowania wiśni oraz jego rezultaty. Testy prowadzone były na świeżych owocach wiśni oraz na owocach zamrożonych, które zostały następnie częściowo rozmrożone.

Testy na świeżych owocach prowadzone były w Suszarni Owoców, Warzyw i Ziół Maria Chmielewska.



Rys. 56. Stanowisko przygotowane do testów



Rys. 57. Widok procesu testowania procesu drylowania



Rys. 58. Widok wiśni wykorzystanych w testach procesu drylowania

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

W tabeli 3 poniżej przedstawiono rezultaty procesu drylowania wiśni mrożonych, które zostały poddane procesowi drylowania po częściowym rozmrożeniu.

Tabela 3. Zestawienie graficzne wyników procesu drylowani drylowania zamrożonych wiśni

Owoc przed drylowaniem	Owoc po drylowaniu
	
	
	



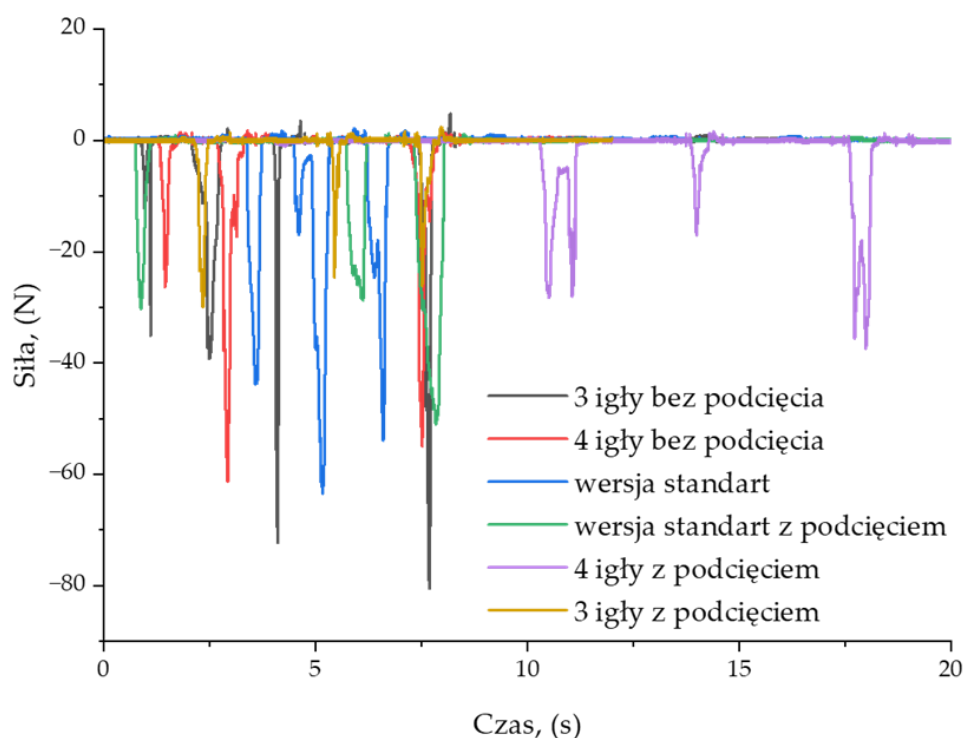
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

N rysunku 59 przedstawiono wykres sił zmierzonych w procesie drylowania dla różnych konfiguracji procesy tj.:

- 3 igły bez podcięcia,
- 4 igły bez podcięcia
- wersja standard (handlowe ostrza drylujące)
- wersja standard z podcięciem
- 4 igły z podcięciem,
- 3 igły z podcięciem.

Analizując wyniki przedstawione na rysunku 59 zaobserwowano, że dla wariantu z trzema igłami i podcinaniem siła zarejestrowana podczas drukowania wynosi 25N, podczas gdy podcinanie zostało wyeliminowane siła wzrosła do 80N.

Wykres przebiegu siły w procesach drylowania



Rys. 59. Wykres przebiegu sił w procesie drylowania



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Na podstawie przeprowadzonych testów opracowano następujące wnioski i wytyczne do optymalizacji konstrukcji urządzenia do testowania procesu drylowania:

1. W trakcie procesu drylowania okazało się, że drylowane wiśnie są bardzo duże przez co niektóre nie mieściły się w gniazdach zabieraka/podajnika wiśni. Konsekwencją było ścinanie części wiśni przez zderzak wiśni. W celu rozwiązania problemu postanowiono zwiększyć średnicę gniazd zabieraka wiśni.
2. Kolejnym problemem, który pojawił się w trakcie testów była duża średnica pestek, co w konsekwencji powodowało, że niektóre pestki blokowały się w otworze przelotowych zabieraka wiśni. W celu rozwiązania problemu postanowiono zwiększyć średnicę otworu przelotowego zabieraka wiśni
3. Testy wykazały również, że trzy ostrzowe ostrze drylujące spełnia swoją rolę i skutecznie usuwa pestkę z owocu wiśni.
4. W trakcie procesu nacinania wstępnego wystąpił problem z obracaniem owocu wiśni w gnieździe zabieraka. W celu rozwiązania problemu postanowiono zastosować wałek stabilizujący (dociskający) owoc wiśni w gnieździe zabieraka.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10. Budowa prototypu urządzenia do drylowania wiśni

W rozdziale 10 opisana została konstrukcja drylownicy do owoców, zwłaszcza wiśni, która jest przeznaczona do automatycznego usuwania pestek z owoców pestkowych. W obecnych na rynku rozwiązaniach drylownic owoców wykorzystuje się metodę przeciskania pestki przez owoc wiśni. Przeciskana pestka w dużym stopniu uszkadza zewnętrzną i wewnętrzną strukturę owocu, zaś w drylowanym owocu powstają co najmniej dwa leżące naprzeciwległe otwory. Aktualnie wykorzystywany mechanizm drylowania owoców jest praktycznie identyczny we wszystkich obecnie stosowanych urządzeniach i nie ma dla niego metod alternatywnych. W niektórych zastosowaniach spożywczych, w procesie produkcyjnym, na przykład owoców kandyzowanych, nie można użyć tak wydrylowanych owoców ponieważ struktura zewnętrzna i wewnętrzna owocu jest uszkodzona.

Celem opisanych w rozdziale 10 prac było opracowanie nowej konstrukcji drylownicy do owoców zwłaszcza wiśni, która umożliwi drylowanie owocu miękkiego, polegającego na usunięciu wewnętrznej części owocu pestkowca (pestki), w sposób taki, aby struktura owocu była naruszona w jak najmniejszym stopniu. Dzięki zachowaniu prawie nienaruszonej struktury owocu, dzięki wykonaniu od góry co najmniej trzech niewielkich nakłód pozwalający na wypchnięcie pestki, będzie możliwość wykorzystania drylowanych wiśni w kolejnym procesie obróbki owoców, na przykład kandyzowania, suszenia, rodzynkowania, czy mrożenia.

Cel ten osiągnięto, dzięki zastosowaniu w drylownicy trzy igłowych noży połączonych ze wzbudnikiem ultra sonicznym, pozwalającym wykorzystać ultradźwięki w procesie drylowania oraz poprzez zastosowanie systemu nacinania wstępnego wiśni

Poniżej opisano dwie konfiguracje opracowanych drylownic, co było możliwe dzięki zastosowaniu modułowej konstrukcji.

10.1. Opis budowy drylownicy – wariant 1

Drylownica do owoców w konfiguracji pierwszej, która przeznaczona jest do drylowania wiśni, posiada podstawę korpusu w postaci płyty prostopadłościennej, do której przykręcone są za pomocą śrub, płyta lewa korpusu, płyta prawa korpusu i płyta czołowa korpusu, tworząc pionową kolumnę, przy czym do płyty czołowej korpusu przymocowany jest za pomocą śrub reduktor ślimakowy, który napędzany jest silnikiem elektrycznym, zaś w ślimacznicy reduktora ślimakowego zamontowany jest wałek przekładni ślimakowej, który osadzony jest w płycie lewej korpusu i w płycie prawej korpusu za pomocą łożysk, przy czym na lewym końcu wałka przekładni ślimakowej zamocowane jest za pomocą śruby koło



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

napędzające ze sworzniem, które współpracuje z krzyżem przekładni maltańskiej, który połączony jest z wałkiem zabieraka za pomocą wpustu. Wałek zabieraka osadzony jest w płycie lewej korpusu i w płycie prawej korpusu za pomocą łożysk, przy czym na obu końcach wałka zabieraka zamontowane są za pomocą tulei zaciskowych dekle zabieraka w postaci stopniowej tarczy, zaś do dekli zabieraka przymocowane są zabieraki wiśni w postaci tulei z wykonanymi na obwodzie gniazdami na owoce, w postaci okrągłej kieszeni z dnem w kształcie stożka z centralnie wykonanym otworem, przy czym do powierzchni czołowych wałka zabieraka przymocowane są współosiowo spirale, które przesuwają usunięte z wiśni pestki w rynnach, przymocowanych do blach mocujących w postaci płyty jednostronnie zaokrąglonej przykręconych do powierzchni czołowych pod obu stronach płyty korpusu, przy czym w blachach mocujących wykonane są otwory wylotowe, zaś do blach mocujących oraz płyty lewej korpusu i płyty prawej korpusu, przymocowany jest za pomocą kątownika i widełek w postaci podkowy z wygiętymi pod kątem prostym ramionami zderzak wiśni w postaci ceownika z otworami przelotowymi, przy czym do koła napędzającego ze sworzniem przymocowany jest mimośrodowo za pomocą sworznia korbówód, który połączony jest za pomocą sworznia z ramieniem, które za pomocą śrub przykręcone jest do wózka w postaci prostopadłościanu z wybraniem odpowiadającym kształtowi prowadnicy, osadzonego na prowadnicy liniowej przykręconej za pomocą śrub do płyty czołowej korpusu, charakteryzuje się tym, że na końcach ramienia zamocowane są przetworniki ultradźwiękowe zawierające elementy piezoelektryczne, przy czym do powierzchni czołowej przetwornika ultradźwiękowego, przykręcona jest belka ostrzy, w której osadzone są korpusy ostrzy z zamontowanymi nożami w postaci igieł. Korzystnie dla procesu drylowania jest to aby w jednym korpusie ostrzy zamocowane są co najmniej trzy igły. Przedstawiona konstrukcja drylownicy, dzięki zastosowaniu noży ultrasonicznych, umożliwi drylowanie owocu miękkiego, polegającego na usunięciu wewnętrznej części owocu pestkowca (pestki), poprzez wypchnięcie ich igłami wprawionymi w ruch oscylacyjny dużej częstotliwości, wprawione w rezonans. Rozwiązanie takie, bardzo precyzyjnie i minimalnie inwazyjnie w sposób automatyczny usuwa pestki z owoców.

Poniżej przedstawiono szczegółowy opis budowy pierwszego wariantu drylownicy.

Drylownica posiada podstawę korpusu 1 w postaci płyty prostopadłościennej, do której przykręcone są za pomocą śrub 1 2, płyta lewa 3 korpusu, płyta prawa 4 korpusu i płyta czołowa 5 korpusu, tworząc pionową kolumnę. Do płyty czołowej 5 korpusu 1 przymocowany jest za pomocą śrub reduktor ślimakowy 6, który napędzany jest silnikiem elektrycznym 7. W ślimacznicy reduktora ślimakowego 6 zamontowany jest wałek przekładni ślimakowej 8,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

który osadzony jest w płycie lewej korpusu 3 i w płycie prawej korpusu 4 za pomocą łożysk I 9. Na lewym końcu wałka przekładni ślimakowej 8 zamocowane jest za pomocą śruby II 10 koło napędzające ze sworzniem 11, które współpracuje z krzyżem przekładni maltańskiej 12, który połączony jest z wałkiem zabieraka 13 za pomocą wpustu 14. Wałek zabieraka 13 osadzony jest w płycie lewej 3 korpusu i w płycie prawej korpusu 4 za pomocą łożysk II 15. Na obu końcach wałka zabieraka 13 zamontowane są za pomocą tulei zaciskowych 16 dekle zabieraka 17 w postaci stopniowej tarczy. Do dekli zabieraka 17 przymocowane są zabieraki wiśni 18 w postaci tulei z wykonanymi na obwodzie gniazdami na owoce 19, w postaci okrągłej kieszeni z dnem w kształcie stożka z centralnie wykonanym otworem. Do powierzchni czołowych wałka zabieraka 13 przymocowane są współosiowo spirale 20, które przesuwają usunięte z wiśni pestki w rynnach 21, przymocowanych do blach mocujących 22 w postaci płyty jednostronnie zaokrąglonej przykręconych do powierzchni czołowych pod obu stronach płyty korpusu 1. Pestki wydostają się z drylownicy przez otwory wylotowe 23 w blachach mocujących 22. Do blach mocujących 23 oraz płyty lewej 3 korpusu i płyty prawej 4 korpusu, przymocowany jest za pomocą kątownika 24 i widełek 25 w postaci podkowy z wygiętymi pod kątem prostym ramionami, zderzak wiśni 26 w postaci ceownika z otworami przelotowymi. Do koła napędzającego ze sworzniem 11 przymocowany jest mimośrodowo za pomocą sworznia I 27 korbówód 28, który połączony jest za pomocą sworznia II 29 z ramieniem 30, które za pomocą śrub III 31 przykręcone jest do wózka 32 w postaci prostopadłościanu z wybraniem odpowiadającym kształtowi prowadnicy, osadzonego na prowadnicy liniowej 33 przykręconej za pomocą śrub IV 34 do płyty czołowej korpusu 5. Na końcach ramienia 30 zamocowane są przetworniki ultradźwiękowe 35 zawierające elementy piezoelektryczne 36 napędzane z oscylatora, nie pokazanego na rysunku. Do powierzchni czołowej przetwornika ultradźwiękowego 35, przykręcona jest belka ostrzy 37, w której osadzone są korpusy ostrzy 38 z zamontowanymi nożami w postaci igieł 39, tworząc umownie przecinarkę ultradźwiękową owoców drylowanych. Korzystnie, w jednym korpusie ostrzy 38 zamocowane są co najmniej trzy igły 39. Zasada działania drylownicy polega na nadaniu ruchu obrotowego wałkowi przekładni ślimakowej 8 za pośrednictwem reduktora ślimakowego 6, napędzanego silnikiem elektrycznym 7. Wałek przekładni ślimakowej 8 napędza krzyż przekładni maltańskiej 12 i ramie 30 za pomocą koła napędzającego ze sworzniem 11. Przekładnia maltańska zamienia ciągły ruch obrotowy koła napędzającego 11 w ruch przerywany zabieraka wiśni 18 oraz ruch posuwisto zwrotny ramienia 30. Wprawiony w ruch przerywany obrotowy zabierak wiśni 18 pobiera z zasypu 40 do gniazd 19 wiśnie, które są przesuwane pod igły 39 wprawione w oscylacje za pomocą przetwornika ultradźwiękowego 35. Igły 39 zagłębiają się w wiśnie

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

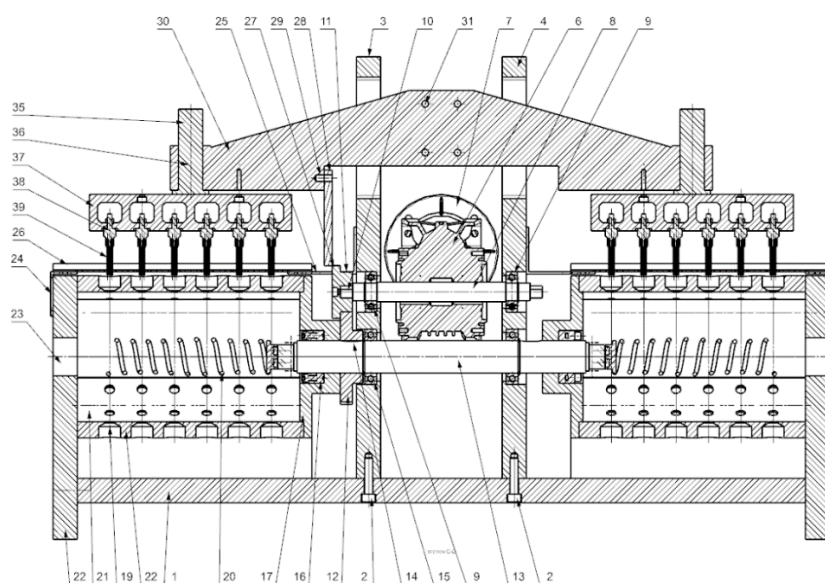
Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

przebijają jej górną warstwę wypychając w dół pestkę do rynny 21. Pestki wydostają się z drylownicy przez otwory wylotowe 23 w blachach mocujących 22 za pomocą wprowadzonych w ruch obrotowy spiral 20 przytwierdzonych do wałka zabieraka 13. Przecinarka ultradźwiękowa składa się z przetwornika 35, który generuje oscylacje, oraz „oscylatora”, który napędza przetwornik 35. W przetworniku 35 wbudowane są elementy piezoelektryczne 36, a poprzez przyłożenie napięcia prądu przemiennego zgodnego z częstotliwością charakterystyczną przetwornika 35 z oscylatora do elementu piezoelektrycznego 36, rezonuje cały wibrator, łącznie z ostrzem tnącym, zamocowanym w belce ostrzy 37. Przetwornik wyposażony jest w system kontroli sprzężenia zwrotnego, który przekazuje do oscylatora informację o odchyleniu częstotliwości lub amplitudy spowodowanym obciążeniem tnącym. System kontroli sprzężenia zwrotnego może utrzymać stabilny stan rezonansu i amplitudę ostrza, dzięki czemu przecinarki zawsze tną materiały ostro i czysto. Każdy obiekt ma swoją specjalną częstotliwość, dzięki której obiekt jest stabilny i łatwo oscyluje. Dodając siłę zewnętrzną odpowiadającą tej specjalnej częstotliwości, mała siła może uzyskać duże oscylacje. Zjawisko to nazywa się rezonansem. Krawędź skrawająca podlega silnym oscylacjom za pomocą rezonansu.

Konstrukcja pierwszego wariantu drylownicy została przedstawiona na rysunkach 60 i 61.



Rys. 60. Widok przekroju drylownicy – wariant 1

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

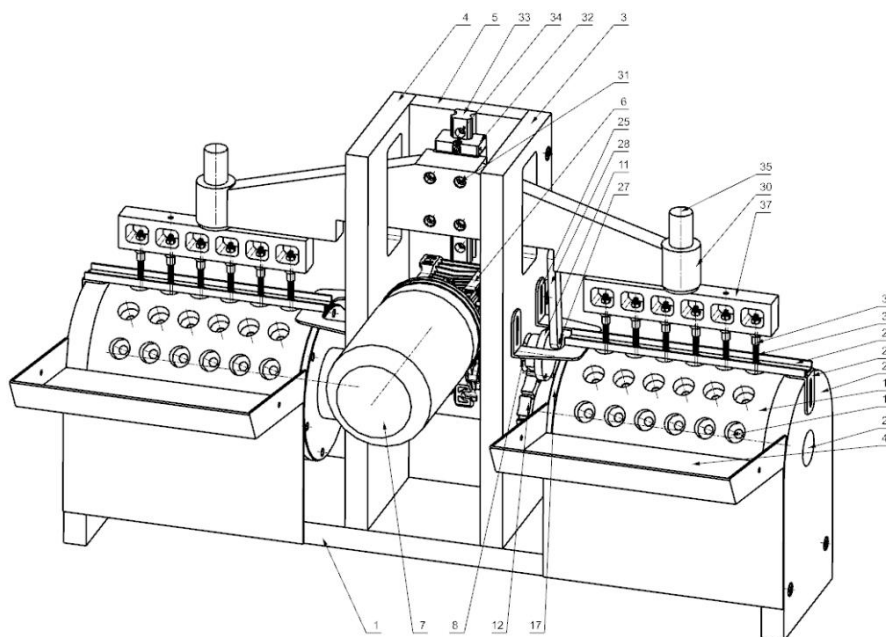
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 61. Widok izometryczny drylownicy – wariant 1

Wykaz oznaczeń: 1. Podstawa korpusu, 2. Śruba I, 3. Płyta lewa korpusu, 4. Płyta prawa korpusu, 5. Płyta czołowa korpusu, 6. Reduktor ślimaków, 7. Silnik elektryczny, 8. Wałek przekładni ślimakowej, 9. Łożysko I, 10. Śruba II, 11. Koło napędzające ze sworzniem, 12. Krzyż przekładni maltańskiej, 13. Wałek zabieraka, 14. Wpust, 15. Łożysko II, 16. Tuleja zaciskowa, 17. Dekiel zabieraka, 18. Zabierak wiśni, 19. Gniazdo wiśni, 20. Spirale, 21. Rynna, 22. Blacha mocująca, 23. Otwory wylotowe, 24. Kątownik, 25. Widełki, 26. Zderzak wiśni, 27. Sworzeń I, 28. Korbowód, 29. Sworzeń II, 30. Ramię, 31. Śruba III, 32. Wózek, 33. Prowadnica liniowa, 34. Śruba IV, 35. Przetwornik ultradźwiękowy, 36. Element piezoelektryczny, 37. Belka ostrzy, 38. Korpus ostrzy, 39. Igły.

10.2. Budowa drylownicy – wariant 2

Drylownica do owoców w konfiguracji drugiej, która przeznaczona jest do drylowania wiśni, posiada podstawę korpusu w postaci płyty prostopadłościennej, do której przykręcone są za pomocą śrub, płyta lewa korpusu, płyta prawa korpusu i płyta czołowa korpusu, tworząc pionową kolumnę, przy czym do płyty czołowej korpusu przymocowany jest za pomocą śrub reduktor ślimakowy, który napędzany jest silnikiem elektrycznym, zaś w ślimacznicy reduktora



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Ślimakowego zamontowany jest wałek przekładni ślimakowej, który osadzony jest w płycie lewej korpusu i w płycie prawej korpusu za pomocą łożysk, przy czym na lewym końcu wałka przekładni ślimakowej zamocowane jest za pomocą śruby koło napędzające ze sworzniem, które współpracuje z krzyżem przekładni maltańskiej, który połączony jest z wałkiem zabieraka za pomocą wpustu. Wałek zabieraka osadzony jest w płycie lewej korpusu i w płycie prawej korpusu za pomocą łożysk, przy czym na obu końcach wałka zabieraka zamontowane są za pomocą tulei zaciskowych dekle zabieraka w postaci stopniowej tarczy, zaś do dekle zabieraka przymocowane są zabieraki wiśni w postaci tulei z wykonanymi na obwodzie gniazdami na owoce, przy czym w blachach mocujących wykonane są otwory wylotowe. Do blach mocujących oraz płyty lewej korpusu i płyty prawej korpusu, przymocowany jest za pomocą kątownika i widełek w postaci podkowy z wygiętymi pod kątem prostym ramionami, zderzak wiśni w postaci ceownika z otworami przelotowymi, przy czym do koła napędzającego ze sworzniem przymocowany jest mimośrodowo za pomocą sworznia korbówód, który połączony jest za pomocą kolejnego sworznia z ramieniem, które za pomocą śrub przykręcone jest do wózka w postaci prostopadłościanu z wybraniem odpowiadającym kształtowi prowadnicy, osadzonego na prowadnicy liniowej przykręconej za pomocą śrub do płyty czołowej korpusu, charakteryzuje się tym, że gniazda na wiśni, wykonane w bębnowym zbieraku wiśni, mają wykonane nacięcia w postaci rowków nożowych, zaś do powierzchni czołowych wałka zabieraka przymocowane są za pomocą osadzonych w gniazdach magnesów spirale, które przesuwają usunięte z wiśni pestki w kolektorach, w których panuje podciśnienie, które osadzone są pomiędzy dekle przednim i dekle tylnym, które są skręcone ze sobą za pomocą trzech szpilek. Dekiel przedni przymocowany jest za pomocą śrub do blach mocujących, do których przykręcone są prowadnice ślizgowe osadzone w łożyskach prowadnicy przykręconych do spodu płyty korpusu, ponadto pomiędzy dekle przednim i dekle tylnym osadzony jest suwliwie zespół noży obrotowych, składający się z prowadnicy przedniej osadzonej suwliwie w kanale w dekle przednim oraz prowadnicy tylnej osadzonej suwliwie w kanale w dekle tylnym. Prowadnica przednia oraz prowadnica tylna połączone są ze sobą belką prowadnic, zaś w prowadnicach przedniej oraz tylnej osadzony jest, za pomocą łożysk, gwintowany zewnętrznie wałek nożowy, przy czym na wałku nożowym zamontowane są za pomocą nakrętek noże, mające postać okrągłych dysków, przy czym do powierzchni bocznej podstawy korpusu przykręcony jest zasyp, do którego bocznych ścian przykręcone są dwie uchylne dźwignie pomiędzy, którymi zamontowany jest za pomocą osi obrotowy wałek dociskowy wiśni. Korzystnie, na osi wałka dociskowego, po obu jego stronach, znajdują się ciężarki regulujące jego masę. Przedstawiona konstrukcja drylownicy, według wynalazku,



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

dzięki zastosowaniu systemu wstępnego nacinania wiśni, poprzez obrotowe noże nacinające w minimalnym stopniu narusza strukturę owocu, umożliwiając szybkie, precyzyjne oraz automatyczne usuwanie pestek. Dodatkowo, poprzez zastosowanie układu podciśnienia, możliwe jest usprawnienie automatycznego usuwania pestek z wiśni i z drylownicy, co zapobiega zapychaniu się zasobnika na pestki i usprawnia cały proces drylowania.

Poniżej przedstawiono szczegółowy opis budowy drugiego wariantu drylownicy.

Drylownica posiada podstawę korpusu 1, do której przykręcone są za pomocą śrub I 2 płyta lewa 3 korpusu, płyta prawa 4 korpusu i płyta czołowa 5 korpusu, tworząc pionową kolumnę. Do płyty czołowej 5 korpusu przymocowany jest za pomocą śrub reduktor ślimakowy 6, który napędzany jest silnikiem elektrycznym 7. W ślimacznicy reduktora ślimakowego 6 zamontowany jest wałek przekładni ślimakowej 8, który osadzony jest w płycie lewej 3 korpusu i w płycie prawej 4 korpusu za pomocą łożysk I 9. Na lewym końcu wałka przekładni ślimakowej 8 zamocowane jest, za pomocą śruby II 10, koło napędzające ze sworzniem 11, które współpracuje z krzyżem przekładni maltańskiej 12, który połączony jest z wałkiem zabieraka 13 za pomocą wpustu 14. Wałek zabieraka 13 osadzony jest w płycie lewej 3 korpusu i w płycie prawej 4 korpusu za pomocą łożysk II 15. Na obu końcach wałka zabieraka 13 zamontowane są za pomocą tulei zaciskowej 16 dekle zabieraka 17. Do dekli zabieraka 17 przymocowane są bębnowe zabieraki wiśni 18 z wykonanymi na obwodzie gniazdami wiśni 19 z naciętymi rowkami nożowymi 35. Do powierzchni czołowych wałka zabieraka 13 przymocowane są, za pomocą osadzonych w gniazdach magnesów 40, spirale 20, które przesuwają usunięte z wiśni pestki w kolektorach 21. Kolektory 21 osadzone są pomiędzy dekle przednim 41 i dekle tylnym 42, które są skręcone ze sobą za pomocą trzech szpilek 43. Dekiel przedni 41 przymocowany jest za pomocą śrub 44 do blach mocujących 22, do których przykręcone są prowadnice ślizgowe 45 osadzone w łożyskach prowadnicy 46 przykręconych do spodu płyty korpusu 1. Pomiedzy dekle przednim 41 i dekle tylnym 42 osadzony jest suwliwie zespół noży obrotowych, których zadaniem jest wstępne nacięcie od spodu wiśni w celu usunięcia pestki. Zespół nożowy składa się z prowadnicy przedniej 47 osadzonej suwliwie w kanale w dekle przednim 41 oraz prowadnicy tylnej 48 osadzonej suwliwie w kanale w dekle tylnym 42. Prowadnica przednia 47 oraz prowadnica tylna 48 połączone są ze sobą belką prowadnic 49. W prowadnicach przedniej 47 oraz tylnej 48 osadzony jest za pomocą łożysk 50 jest gwintowany zewnętrznie wałek nożowy 51. Na wałku nożowym 51 zamontowane są za pomocą nakrętek 52 okrągłe noże 53. Dokładna pozycja okrągłych noży 53 na wałku nożowym 51 jest ustalana za pomocą nakrętek 52. Wałek nożowy 51 napędzany jest przez sprzęgło 54 za pomocą silnika elektrycznego 55, zamontowanego za



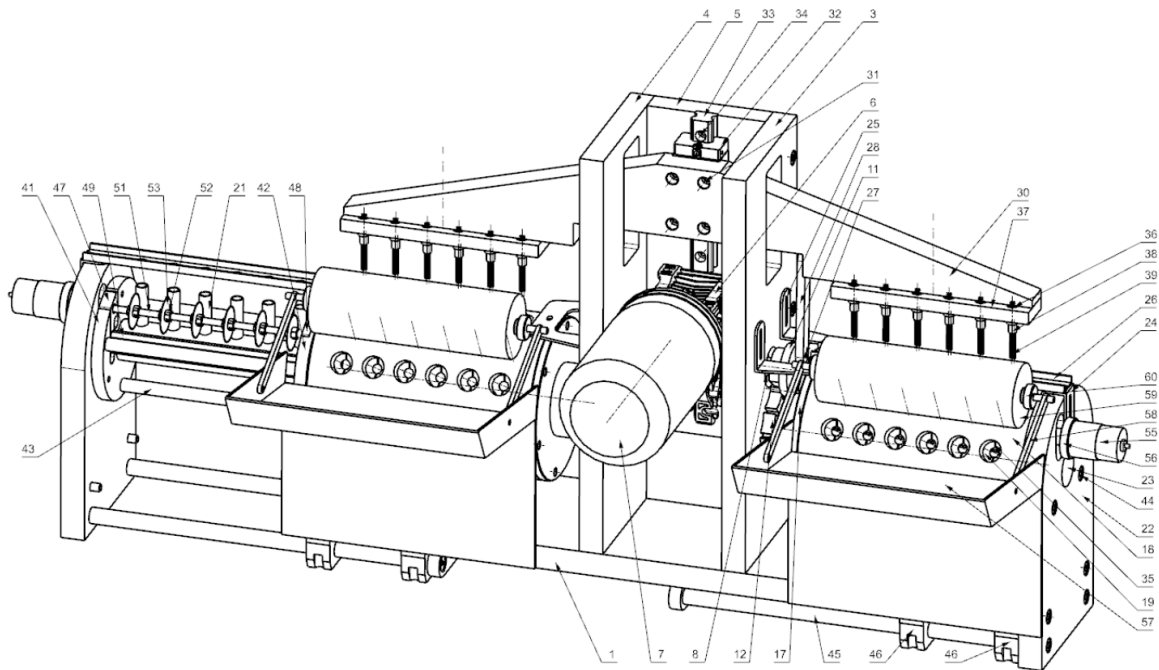
“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

pomocą adaptera 56 wkręconego w prowadnicę przednią 47. Pestki wydostają się z drylownicy przez otwory wylotowe 23 wykonane w blachach mocujących 22. Do blach mocujących 23 oraz płyty lewej korpusu 3 i w płyty prawej korpusu 4 przymocowany jest, za pomocą kątownika 24 i widełek 25, zderzak wiśni 26. Do koła napędzającego ze sworzniem 11 przymocowany jest mimośrodowo za pomocą sworznia I 27 korbówód 28, który połączony jest za pomocą sworznia II 29 z ramieniem 30, które za pomocą śrub III 31 przykręcone jest do wózka 32 osadzonego na prowadnicy liniowej 33 przykręconej za pomocą śrub IV 34 do płyty czołowej korpusu 5. Do powierzchni czołowej ramienia 30 przykręcona jest belka ostrzy 37, w której osadzone są za pomocą nakrętek 36 korpusy ostrzy 38 z zamontowanymi igłami 39. Do powierzchni bocznej podstawy korpusu 1 przykręcony jest zasyp 57, do którego bocznych ścian przykręcone są dwie uchylne dźwignie 58 pomiędzy, którymi zamontowany jest za pomocą osi obrotowy wałek dociskowy 59 wiśni. Na osi wałka dociskowego 59, po obu jego stronach, mogą być zamocowane dodatkowo ciężarki 60 regulujące jego masę. Zasada działania drylownicy polega na nadaniu ruchu obrotowego wałkowi przekładni ślimakowej 8 za pośrednictwem reduktora ślimakowego 6 napędzanego silnikiem elektrycznym 7. Wałek przekładni ślimakowej 8 napędza krzyż przekładni maltańskiej 12 i ramie 30 za pomocą koła napędzającego 11 ze sworzniem. Przekładnia maltańska zamienia ciągły ruch obrotowy koła napędzającego 11 w ruch przerywany zabieraka wiśni 18 oraz ruch posuwisto zwrotny ramienia 30. Wprawiony w ruch przerywany obrotowy zabierak wiśni 18 pobiera z zasypu 57 do gniazd 19 wiśnie, następnie przesuwając je stopniowo nad obracającymi się okrągłymi nożami 53 wsuniętymi w rowki nożowe 35 w gniazdach 19 zabieraka 18, które nacinają spód wiśni. W kolejnym ruchu zabieraka 18 wiśnie przemieszczane są pod igły 39, które pod wpływem działania ramienia 30 przemieszczającego się liniowo w górę i w dół za pomocą korbówodu 28 przymocowanego do koła napędzającego ze sworzniem 11, zagłębiają się w wiśnię przebijają jej górną warstwę, wypychając w dół pestkę przez nacięcie wykonane w jej dolnej części przez obracające się okrągłe noże 53 do rurek kolektora 21, w którym panuje podciśnienie wytworzone przez pompę/wentylator nie pokazany na rysunku, podłączoną węzłem do otworów 23. Pestki wydostają się z drylownicy przez otwory wylotowe 23 w blachach mocujących 22 za pomocą wprawionych w ruch obrotowy spiral 20 przytwierdzonych do wałka zabieraka 13 za pomocą magnesów 40. W trakcie nacinania dolnej części wiśni przez obrotowe okrągłe noże 53 wiśnie stabilizowane są w gniazdach 19 zabieraka 18 przez wałek dociskowy 59.

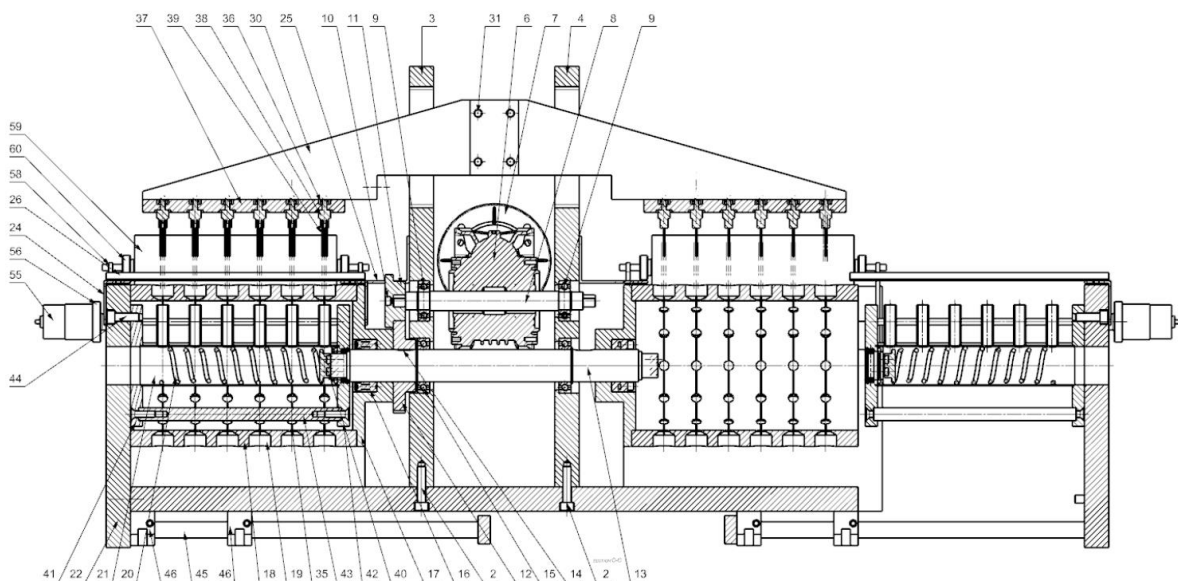
Konstrukcja drugiego wariantu drylownicy została przedstawiona na rysunkach 62 do 66.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 62. Widok drylownicy w rzucie izometrycznym – wariant 2



Rys. 63. Widok przekroju drylownicy – wariant 2

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

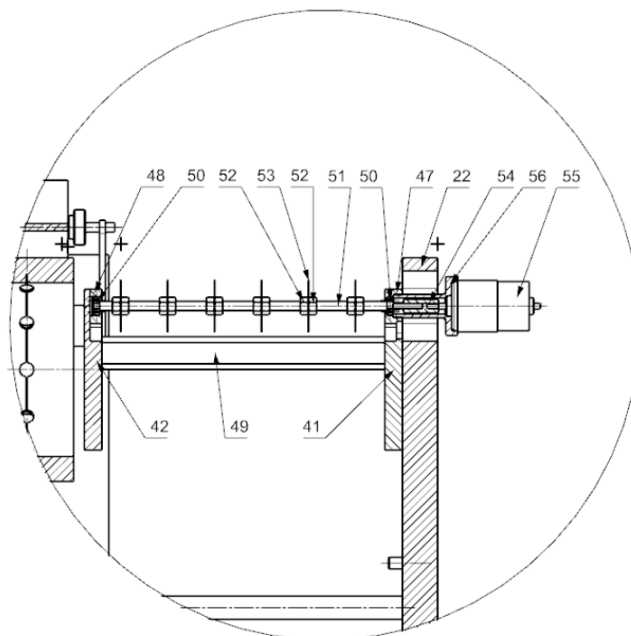
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

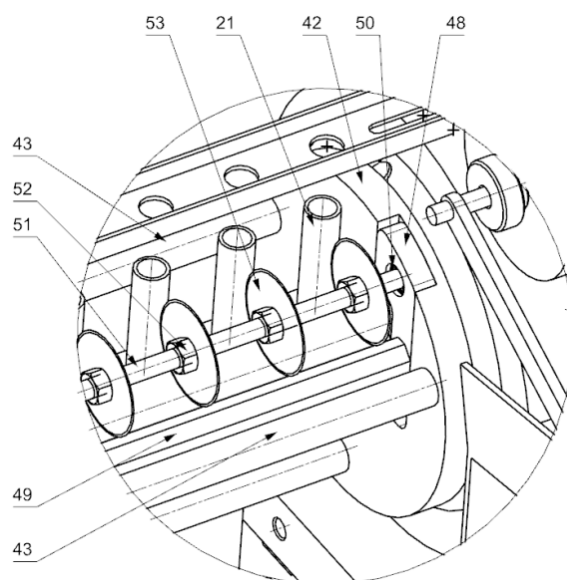
Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 64. Powiększony widok z przodu noży tnących – wariant 2



Rys. 65. Powiększony widok z lewej strony noży tnących – wariant 2

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

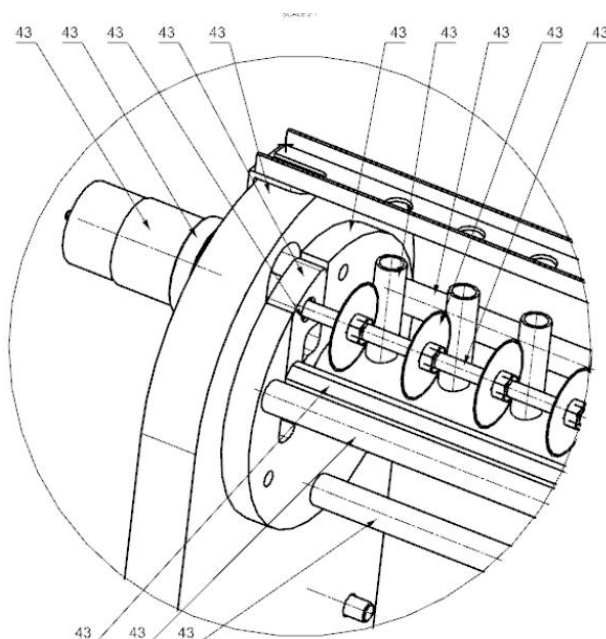
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suszarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 66. Powiększony widok z prawej strony noży tnących – wariant 2

Wykaz oznaczeń: 1. Podstawa korpusu, 2. Śruba I, 3. Płyta lewa korpusu, 4. Płyta prawa korpusu, 5. Płyta czołowa korpusu, 6. Reduktor ślimakowej, 7. Silnik elektryczny, 8. Wałek przekładni ślimakowej, 9. Łożysko I, 10. Śruba II, 11. Koło napędzające ze, sworzniem, 12. Krzyż przekładni maltańskiej, 13. Wałek zabieraka 14. Wpust, 15. Łożysko II, 16. Tuleja zaciskowa, 17. Dekiel zabieraka, 18. Zabierak wiśni, 19. Gniazdo wiśni, 20. Spirala, 21. Kolektor, 22. Blacha mocująca, 23. Otwory wylotowe, 24. Kątownik, 25. Widełki, 26. Zderzak wiśni, 27. Sworzeń I, 28. Korbowód, 29. Sworzeń II, 30. Ramie, 31. Śrub III, 32. Wózek, 33. Prowadnica liniowej, 34. Śruba IV, 35. Rowek nożowy, 36. Nakrętka, 37. Belka ostrzy, 38. Korpus ostrzy, 39. Igły, 40. Magnes, 41. Dekiel przedni, 42. Dekiel tylny, 43. Szpilka, 44. Śruba V, 45. Prowadnice ślizgowe, 46. Łożysko prowadnic, 47. Prowadnica przednia, 48. Prowadnica tylna, 49. Belka prowadnic, 50. Łożyska, 51. Wałek nożowy, 52. Nakrętka, 53. Okrągły nóż, 54. Sprzęgło, 55. Silnik elektryczny, 56. Adapter, 57. Zasypanie, 58. Uchylny dźwignie, 59. Wałek dociskowy, 60. Ciężarki

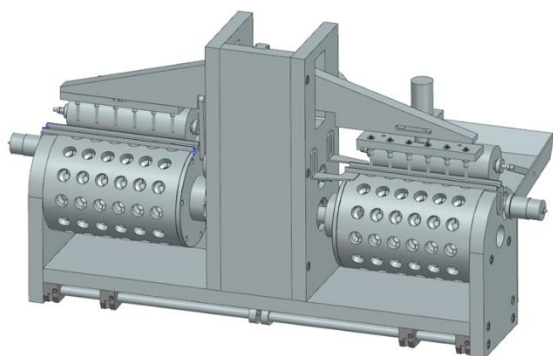


“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

10.3. Konstrukcja i parametry techniczne prototypu drylownicy

Na rysunku 67 przedstawiono zestawienie opracowanego w programie CAD modelu 3D prototypu drylownicy ze zbudowanym prototypem drylownicy.

Model 3D prototypu drylownicy

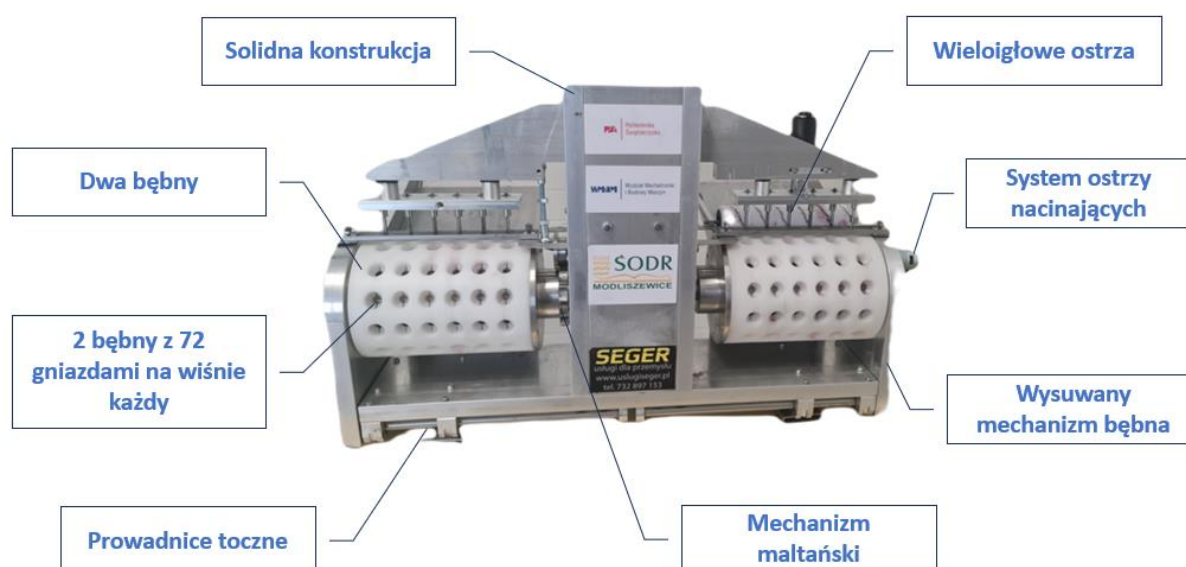


Zbudowany prototyp drylownicy



Rys. 67. Zestawienie modelu 3D i zbudowanego prototypu drylownicy

Rysunek 68 i 69 przedstawia podstawowe parametry i cechy użytkowe zbudowanego prototypu drylownicy.



Rys. 68. Opis cech użytkowych złożonego prototypu drylownicy



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”



Rys. 69. Opis cech użytkowych złożonego prototypu drylownicy

Na rysunku 70 przedstawione wybrane grafiki prezentujące kluczowe podzespoły i funkcjonalności opracowanego prototypu drylownicy tj.: kolektora na pestki, wysuwanego zespołu bębna, noża ultradźwiękowego, noży podcinających, mechanizmy korbowego połączonego z mechanizmem maltańskim, wałka stabilizującego owoc w gnieździe zabieraka oraz trzy igłowego ostrza drylującego.



Rys. 70. Widok kluczowych podzespołów i funkcjonalności opracowanego prototypu drylownicy

Grupa Operacyjna
WIŚNIA bez PESTKI

www.wisniabezpestki.pl

Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa
Rolniczego w Modliszewicach

Modliszewice, ul. Piotrkowska 30
26-200 Końskie
www.sodr.pl

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tu.kielce.pl

Suszarnia Owoców, Warzyw i Ziół
Maria Chmielewska

Węgrce Szlacheckie 13
27-640 Klimontów
suzarniasandomierz.pl



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Rysunek 71 przedstawia opracowane konstrukcje ostrzy drylujących. Zaczynając od lewej strony przedstawiono kolejno : ostrze handlowe, ostrze trzy igłowe z węgla spiekanego (ostrzenie do środka), ostrze trzy igłowe wykonane ze stali narzędziowej (ostrzenie na stożek), ostrze cztero igłowe wykonane z rurek ze stali chirurgicznej (ostrzenie na zewnątrz), ostrze cztero igłowe wykonane ze stali narzędziowej (kąt ostrzenia 30 stopni), trzy igłowe ostrze wykonane ze stali narzędziowej (kąt ostrzenia 45 stopni).



Rys. 71. Widok opracowanych konstrukcji ostrzy drylujących



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Poniżej przedstawiono parametry techniczne zbudowanego prototypu drylownicy do wiśni. Wartości obliczone dla 60 cykli na minutę przy masie jednej wiśni 5 g

- 12 wiśni na sekundę
- 720 wiśni na minutę
- 43 200 wiśni na godzinę
- 345 600 wiśni na 8 godzin
- 3,6 kg na minutę
- 216 kg na godzinę
- 1728 kg na 8 godzin

Zalety opracowanej konstrukcji prototypu drylownicy do wiśni

- Modułowa konstrukcja umożliwiająca zmianę konfiguracji i wydajności
- System nacinania (podcinania) owocu
- Podciśnieniowo-mechaniczna ewakuacja pestek z drylownicy
- Brak elektroniki – konstrukcja oparta o mechanizm maltański
- Zasilanie 230V lub 400V (z zależności od zastosowanego silnika)
- Możliwość sterowania wydajnością procesu (liczba cykli na minutę)
- Konstrukcja ułatwiająca konserwację i mycie
- Redukcja sił w procesie drylowania
- Możliwość drylowania mrożonych owoców
- Możliwość drylowania czereśni (wymagane testy)



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Spis literatury

- [1]. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie>
- [2]. <https://www.youtube.com/watch?v=HKklpvnzJI0&t=35s>
- [3]. <https://www.youtube.com/watch?v=UYQBR0wNvKw>
- [4]. <https://www.youtube.com/watch?v=UYQBR0wNvKw>
- [5]. https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie#/media/Plik:Denoyauteur_04_-_03.jpg
- [6]. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie#/media/Plik:Entsteiner2.jpg>
- [7]. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie#/media/Plik:Entsteiner1.jpg>
- [8]. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie#/media/Plik:Entsteiner1.jpg>
- [9]. https://pl.wikipedia.org/wiki/Drylowanie#/media/Plik:Cherry_&_Olive_Pitter.jpg
- [10]. <https://www.sausagemaker.com/product/deluxe-cherry-pitter/>
- [11]. <https://www.alard-equipment.com/mt/recent/2018/03/y1944.html>
- [12]. <https://www.gtfoodmachine.com/product/gt-qh800c-industrial-automatic-cherry-pitter-machine-800kgh/>
- [13]. https://bakeshop.pl/pl/p/Drylownica-do-wisni-i-oliwek-Good-Grips-OXO/1553?gclid=Cj0KCQjw78yFBhCZARIsAOxgSx2rKLh2-ZNNoC1Fs3L3eaDnHxstmDHEWZDmY6jwm6jQo6eWyPaQX7oaAvX9EALw_wcB#galleryName=productGallery,imageNumber=2
- [14]. https://img.nakrywamy.pl/items/20528/westmar-drylownica-czarna2_top.jpg
- [15]. https://img.nakrywamy.pl/items/20527/westmark-drylownica-aluminium3_big.jpg
- [16]. <https://www.calvado.com/media/catalog/product/cache/1/image/17f82f742ffe127f42dca9de82fb58b1/d/r/drylownica-do-wisni-kuchenprofi-KU-1310922800.jpg>
- [17]. https://lublin.pip.gov.pl/pl/f/view/fobject_id:139919
- [18]. Patent US1428789
- [19]. Patent US1551815
- [20]. Patent US2123644
- [21]. Patent US2196772
- [22]. Patent US2730149
- [23]. Patent US3411556
- [24]. Patent US 3731615
- [25]. Patent US1047786
- [26]. Patent US5329843



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- [27]. Harvey, E.N.; Loomis, A.L. THE DESTRUCTION OF LUMINOUS BACTERIA BY HIGH FREQUENCY SOUND WAVES. *J. Bacteriol.* 1929, 17, 373–376, doi:10.1128/JB.17.5.373-376.1929.
- [28]. HUGHES, D.E.; NYBORG, W.L. Cell disruption by ultrasound. *Science* 1962, 138, 108–114, doi:10.1126/science.138.3537.108.
- [29]. Reverchon, E.; Marco, I. de. Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter. *The Journal of Supercritical Fluids* 2006, 38, 146–166, doi:10.1016/j.supflu.2006.03.020.
- [30]. *The Technology of Extrusion Cooking*; Frame, N.D., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 20, ISBN 9781461521358.
- [31]. Bélanger, J.M.R.; Paré, J.R.J. *Instrumental methods in food analysis*; Elsevier: Amsterdam, New York, 1997, ISBN 9780444818683.
- [32]. Rezzoug, S.A.; Boutekdjiret, C.; Allaf, K. Optimization of operating conditions of rosemary essential oil extraction by a fast controlled pressure drop process using response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 2005, 71, 9–17, doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.10.044.
- [33]. Notermans, S.; Lelieveld, H.L.M.; Hann, S.W.H. de. *Food Preservation By Pulsed Electric Fields: From Research to Application (Woodhead Publishing in food science and technology)*; Woodhead Publishing, 2007, ISBN 978-1-84569-058-8.
- [34]. Barbosa-Cánovas, G.V.; Hendrickx, M.E.G.; Knorr, D. *Ultra High Pressure Treatments of Foods*, N; Springer US: Boston, 2001, ISBN 9781461507239.
- [35]. Ozel, M.; Gogus, F.; Lewis, A.C. Subcritical water extraction of essential oils from *Thymbra spicata*. *Food Chemistry* 2003, 82, 381–386, doi:10.1016/S0308-8146(02)00558-7.
- [36]. Encyklopedia PWN. Available online: <https://encyklopedia.pwn.pl> (accessed on kwiecień 2021).
- [37]. ULTRADŹWIĘKI. Available online: <https://www.optel.eu/article/polska/ultradzwieki.html> (accessed on kwiecień 2021).
- [38]. Povey, M.J.W.; Mason, T.J. *Ultrasound in food processing*; Blackie Academic & Professional: London, New York, 1998, ISBN 9780751404296.
- [39]. Schneider, Y.; Zahn, S.; Rohm, H. Power requirements of the high-frequency generator in ultrasonic cutting of foods. *Journal of Food Engineering* 2008, 86, 61–67, doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.09.024.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- [40]. Schneider, Y.; Zahn, S.; Schindler, C.; Rohm, H. Ultrasonic excitation affects friction interactions between food materials and cutting tools. *Ultrasonics* 2009, 49, 588–593, doi:10.1016/j.ultras.2009.03.001.
- [41]. Brown, T.; James, S.J.; Purnell, G.L. Cutting forces in foods: experimental measurements. *Journal of Food Engineering* 2005, 70, 165–170, doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.09.022.
- [42]. Arnold, G.; Leiteritz, L.; Zahn, S.; Rohm, H. Ultrasonic cutting of cheese: Composition affects cutting work reduction and energy demand. *International Dairy Journal* 2009, 19, 314–320, doi:10.1016/j.idairyj.2008.11.007.
- [43]. Chemat, F.; Zill-e-Huma; Khan, M.K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrason. Sonochem.* 2011, 18, 813–835, doi:10.1016/j.ultsonch.2010.11.023.
- [44]. *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*; Feng, H.; Barbosa-Cánovas, G.V.; Weiss, J., Eds., 1. Aufl.; Springer New York: New York, NY, 2011, ISBN 978-1-4419-7472-3.
- [45]. Liu, L.; Jia, W.; Xu, D.; Li, R. Applications of Ultrasonic Cutting in Food Processing. *Journal of Food Processing and Preservation* 2015, 39, 1762–1769, doi:10.1111/jfpp.12408.
- [46]. Littmann, W.; Storck, H.; Wallaschek, J. Sliding friction in the presence of ultrasonic oscillations: superposition of longitudinal oscillations. *Archive of Applied Mechanics (Ingenieur Archiv)* 2001, 71, 549–554, doi:10.1007/s004190100160.
- [47]. Petriccione, M.; Sanctis, F. de; Pasquariello, M.S.; Mastrobuoni, F.; Rega, P.; Scortichini, M.; Mencarelli, F. The Effect of Chitosan Coating on the Quality and Nutraceutical Traits of Sweet Cherry During Postharvest Life. *Food Bioprocess Technol* 2015, 8, 394–408, doi:10.1007/s11947-014-1411-x.
- [48]. Zhao, H.; Liu, B.; Zhang, W.; Cao, J.; Jiang, W. Enhancement of quality and antioxidant metabolism of sweet cherry fruit by near-freezing temperature storage. *Postharvest Biology and Technology* 2019, 147, 113–122, doi:10.1016/j.postharvbio.2018.09.013.
- [49]. McCune, L.M.; Kubota, C.; Stendell-Hollis, N.R.; Thomson, C.A. Cherries and health: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2011, 51, 1–12, doi:10.1080/10408390903001719.
- [50]. Processing and storage impact on the antioxidant properties and color quality of some low sugar fruit jams, 2011.



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- [51]. Echavarría, A.P.; Torras, C.; Pagán, J.; Ibarz, A. Fruit Juice Processing and Membrane Technology Application. *Food Eng Rev* 2011, 3, 136–158, doi:10.1007/s12393-011-9042-8.
- [52]. Retainment of phenolic phytochemicals by new technological approaches in berry juice processing, 2002.
- [53]. Kasperek A., Kondratowicz M., Wyposażenie zakładów gastronomicznych i gospodarstw domowych, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2011.
- [54]. Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o materiałach i wyrobach przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Dz.U. nr 128, poz. 1408).
- [55]. Dąbrowski A., Podstawy techniki w przemyśle spożywczym, WSiP, Warszawa 1999.
- [56]. Oszmiański J. 2002. Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw. Wybrane zagadnienia. AR, Wrocław.
- [57]. Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A. 1973. Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa.
- [58]. Świdorski F. 1998. Towaroznawstwo produktów spożywczych. SGGW, Warszawa.
- [59]. Zadernowski R., Oszmiański J. 1994. Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw. ART, Olsztyn.
- [60]. A peach stoning machine that can be used also for other fruits [online] [accessed 2023-12-15] Available from: <https://www.freshplaza.com/europe/article/9417062/a-peach-stoning-machine-that-can-be-used-also-for-other-fruits/>
- [61]. Stainless stoning machine for peaches of every type [online] [accessed 2023-12-15] Available from: <https://www.italianfoodtech.com/stainless-stoning-machine-for-peaches-of-every-type/>
- [62]. Aonla de-stonning machine [online] [accessed 2023-12-15] Available from: <https://cish.icar.gov.in/destoning.php>
- [63]. MOHSENIN, N.N. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, Routledge, 2020. eBook ISBN 9781003062325, <https://doi.org/10.4324/9781003062325>
- [64]. ARANA, I. *Physical properties of foods. Novel measurement techniques and applications*, CRC PressTaylor & Francis Group, 2012. ISBN 9781439835371
- [65]. PLANINSIC, G., LIKAR, A. Speed, acceleration, chameleons and cherry pit projectiles. *Physics education*. 2012, 47(1), p. 21-27, Available from: <https://doi.org/10.1088/0031-9120/47/1/21>
- [66]. ALTUNTAS, E., OZTURK, B., KALYONCU, H.I. Bioactive compounds and physico-mechanical attributes of fruit and stone of cherry laurel (*prunus laurocerasus*) harvested



“Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

- at different maturity stages. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 2018, 17(6), p. 75–84, Available from: <https://doi:10.24326/asphc.2018.6.8>
- [67]. MOUSA, A.M., GHANEM, H.G. Mechanical behavior of apricot and cherry pits under compression loading. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2019, 10(12), p. 867 - 872, Available from: doi:10.21608/jssae.2019.79682
- [68]. PN-ISO 1050:1998, Continuous mechanical handling equipment for loose bulk materials - Screw conveyors
- [69]. PN-M-46553:1993, Continuous mechanical handling equipment for loose bulk materials. Screw conveyors. Design rules for drive power
- [70]. WULANTUYA, HONGBO WANG, CHUNGUANG WANG, QINGLIN. Theoretical analysis and experimental study on the process of conveying agricultural fiber materials by screw conveyors. *Engenharia Agricola, Jaboticabal*, 2020, 40(5), p.589-594, Available from: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n5p589-594/2020>
- [71]. RENFENG, Z., LEI, G., WEICHENG, G. XUDONG, X., YANWEI, L. Structure Optimization Design of Screw Conveyor based on EDEM. *Journal of Physics*, 2022, 2200(1), p. 1-9, Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2200/1/012002>
- [72]. TAN, Y., RACKL, M., YANG, W., FOTTNER, J., MENG, W., KESSLER, S. A comparative study on design standards of screw conveyors in China, Germany and the USA - Part I: Theoretical calculation and quantitative analysis. *Particuology*, 2022, 69, p. 61-76, Available from: <https://doi.org/10.1016/j.partic.2021.11.011>.