

EMILIA RADZIMOWSKA¹, JADWIGA TOPCZEWSKA²¹ SKN *Animal Equus*, Wydział Technologiczno-Przyrodniczy, Uniwersytet Rzeszowski,²Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich, e-mail: jtopczewska@ur.edu.pl,**MINIMALIZACJA STRAT W PRODUKCJI NA PRZYKŁADZIE
GOSPODARSTWA SADOWNICZEGO**

Abstrakt: Celem pracy było przedstawienie technologii produkcji owoców twardych na przykładzie gruszy oraz wskazanie możliwości minimalizacji strat w procesie produkcji poprzez usprawnienie działań podejmowanych na każdym etapie procesu produkcji, od przygotowania sadu, przez pielęgnację, ochronę roślin i zbiór, aż po magazynowanie, sortowanie i transport owoców. Kluczowe znaczenie mają działania prewencyjne oraz wykorzystanie nowoczesnych technologii w produkcji i przechowywaniu, które pozwalają ograniczyć liczbę owoców niespełniających wymogów jakościowych. Zastosowanie odpowiednich warunków chłodniczych, logistyki oraz optymalizacja procesów sortowania umożliwiają ograniczenie strat ilościowych i jakościowych. Efektywne zarządzanie łańcuchem chłodniczym oraz dostosowanie metod zbioru i transportu do właściwości owoców przyczynia się do poprawy rentowności produkcji oraz redukcji negatywnego wpływu na środowisko poprzez zmniejszenie marnotrawstwa żywności oraz innych zasobów.

Słowa kluczowe: minimalizacja, straty, produkcja, owoce, jakość, zbiór, logistyka

MINIMISING PRODUCTION LOSSES USING THE EXAMPLE OF FRUIT FARMING

Abstract: The aim of the study was to identify opportunities to minimise losses in pear fruit production by improving the steps taken at each stage of the production process, from orchard preparation, through care, plant protection and harvesting, to storage, sorting and transport of fruit. Preventive measures and the use of modern production and storage technologies to reduce the amount of fruit that does not meet quality requirements are crucial. The use of appropriate refrigeration conditions, precise logistics and optimised sorting processes make it possible to reduce quantitative and qualitative losses. Efficient management of the cold chain and adaptation of harvesting and transport methods to the sensitivity of the fruit contributes to improving the profitability of production and reducing the negative impact on the environment by reducing food waste and other resources.

Keywords: loss minimisation, fruit production, fruit quality, fresh fruit logistics

I. WSTĘP

Jak podają Rysz i Szymańska [2023], sady występują głównie w centralnej i południowo-wschodniej części Polski. Małopolska i Pogórze to regiony o dużym udziale w produkcji owoców. Jednocześnie cechuje tę branżę rozdrobniona struktura gospodarstw sadowniczych.

DOI: 10.15584/pjsd.2025.29.1.8

Według danych GUS [Milewski i in. 2025], powierzchnia sadów w Polsce w 2024 roku zajmowała 211,3 tys. ha, w tym gruszy 5,9 tys. ha. Należy jednak zwrócić uwagę, że w porównaniu do innych upraw stwierdzono wzrost powierzchni sadów gruszy w stosunku do roku 2023. Plonowanie w 2024 roku zostało oszacowane na 126,2 dt/ha, a zbiory na 74,2 tys. ton. Jak podkreśla Lipa i in. [2017], w Polsce produkcja tych owoców była niewielka, między innymi ze względu na niesprzyjające warunki klimatyczne, większą wrażliwość drzew i kwiatów gruszy na mrozy i przymrozki. W ostatnich latach rośnie jednak popyt na te owoce a produkcja jest opłacalna, co skutkuje stopniowym wzrostem areалу upraw. Duży wpływ na rozwój nowoczesnej produkcji sadowniczej wywarła aktywność naukowa ośrodków badawczych skupionych w uczelniach rolniczych i branżowych instytucjach badawczych [Łakomiak 2017]. Postęp naukowo-techniczny, który miał miejsce w polskim sadownictwie jest związany z kształceniem sadowników, a sadownictwo wniosło istotny wkład w rozwój gospodarczy kraju. Jak podaje Łakomiak [2017], niektórzy badacze wiążą silny związek wzrostu z rozwojem kapitału ludzkiego i intelektualnego.

Głównym celem działalności gospodarczej, także produkcji ogrodniczej, w tym sadowniczej, jest uzyskanie wysokiej efektywności produkcji i jej opłacalność. Jest on ściśle uzależniony od ilości oraz jakości uzyskanego plonu, a tym samym od efektywności całego procesu produkcyjnego. W przypadku uprawy gruszy, która jest wymagająca, kluczowe znaczenie ma nie tylko odpowiedni dobór technologii, ale również skuteczna minimalizacja strat występujących na poszczególnych etapach produkcji. Problemy w uprawie gruszy to m.in. późne wchodzenie drzew w okres owocowania, niższa odporność na zarazę ogniową, a także niższa produktywność w porównaniu z sadami jabłoniowymi. Można również wskazać na trudności z przechowywaniem i stosunkowo szybkie przejrzenie gruszek, a w związku z tym bardzo dużą podatność na uszkodzenia owoców podczas obrotu handlowego i transportu [Lipa i in. 2017]. Gruszki dojrzewają w krótkim czasie, ich skórka żółknie i miąższ robi się miękki, a tkanki te łatwo ulegają uszkodzeniu, dlatego istotny wpływ na opłacalność produkcji mają działania zmierzające do utrzymania wysokiej jakości owoców (brak obić i uszkodzeń skórki). Ostateczna wartość rynkowa produktu i akceptacja przez konsumentów zależą od zdolności producenta do zastosowania najlepszych dostępnych technologii przed zbiorami i po zbiorach, w tym zastosowania najlepszych dostępnych praktyk zarządzania po zbiorach. Głównymi czynnikami w procesie produkcji wpływającymi na jakość gruszek po zbiorach są właściwości drzewa, takie jak genotyp i wiek a także nawadnianie i jego częstotliwość, nawożenie roślin, zwalczanie szkodników i chorób, warunki środowiskowe, przycinanie, penetracja światła w rzędach a także położenie owoców na drzewie [Saquet 2019].

W celu uzyskania wysokowydajnej i opłacalnej produkcji, konieczne jest systematyczne wdrażanie rozwiązań pozwalających na eliminowanie czynników generujących straty (technologiczne, ekonomiczne, społeczne i przyrodnicze). Celem pracy było przedstawienie przykładowych technologii i rozwiązań w procesie produkcji owoców gruszy, umożliwiających uzyskanie wysokiej efektywności m.in. poprzez eliminowanie występowania strat a także wskazanie sposobów ich ograniczania.

II. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Dokonano przeglądu dostępnej w bazie Google Scholar literatury oraz baz statystycznych z uwzględnieniem obszarów uznanych za istotne dla wyznaczonego celu pracy. Wyszukiwano według słów kluczowych takich jak: doskonalenie produkcji, technologie, minimalizacja strat w sadownictwie, straty w produkcji owoców, jakość owoców po zbiorze, przechowywanie owoców, ochrona roślin sadowniczych, technologia zbioru i sortowania owoców, logistyka produktów ogrodniczych, zrównoważona produkcja owoców. Analiza

wybranych publikacji wskazuje na znaczenie zintegrowanych działań w zakresie uprawy, zbioru, przechowywania i transportu dla ograniczenia strat ilościowych i jakościowych owoców, co jest kluczowe dla zwiększenia efektywności produkcji oraz realizacji założeń zrównoważonego rozwoju w sektorze sadowniczym.

III. WYNIKI I DYSKUSJA

Przygotowanie sadu pod uprawę

Pierwszym, a zarazem najważniejszym etapem produkcji sadowniczej jest wybór odpowiedniej lokalizacji gospodarstwa. Powinno ono znajdować się najlepiej na terenach nizinnych, ale równocześnie nie w zastoiskach mrozowych, czyli lokalizacji na obniżonym terenie, na którym gromadzi się zimne powietrze, sprzyjające przymrozkom. Należy również zwrócić szczególną uwagę na jakość gleby. Zaleca się wykonanie analizy chemicznej gleby i w przypadku niedoboru składników pokarmowych nawożenie. W polityce środowiskowej Unii Europejskiej (UE) kładzie się duży nacisk na utrzymanie zdrowych (funkcjonalnych) gleb użytkowanych rolniczo, zwracając uwagę, że są one warunkiem produkcji wysokiej jakości żywności, pasz, surowców dla przemysłu przetwórczego, świadcząc jednocześnie szereg usług ekosystemowych i wspierając bioróżnorodność [Chojnicki i Kostecka 2024]. Pożądany i rokujący strategicznie na przyszłość stan środowiska przyrodniczego można osiągnąć przez odpowiednie jego użytkowanie, ochronę i kształtowanie [Kostecka i Kostecki 2016]. Jak podkreślają Chojnicki i Kostecka [2024], w ostatnich latach obserwowany jest wzrost świadomości dotyczącej konsekwencji przemysłowej działalności rolniczej, co może być wynikiem edukacji oraz programów wspierających zrównoważone praktyki w rolnictwie. Dobrej jakości, żyzne gleby są podstawowym środkiem produkcji rolnej. Dlatego prowadzone są badania dotyczące wprowadzenia innowacji przyjaznych dla środowiska [Góral i Rębisz 2017].

Kluczowym dla poziomu i jakości produkcji jest materiał genetyczny, bowiem jakość owoców zależy od typu podkładki i jakości młodych drzew i. Drzewa przeznaczone do nasadzenia powinny pochodzić z certyfikowanych szkółek sadowniczych. Ważnym aspektem jest dobranie odpowiedniej odmiany grusz. Należy uwzględnić przy wyborze odmiany uwarunkowania gospodarstwa, takie jak lokalizacja, jakość gleby, klimat [Soska 2007]. Warto wybrać odmiany odporne na przymrozki, choroby, ale również takie, które są chętnie kupowane przez konsumentów. Ostatnim elementem tego etapu jest prawidłowe nasadzenie drzewek owocowych. Dotyczy to równego, odpowiednio dobrane do nasłonecznienia symetrycznego rozłożenia rzędów i drzew w sadzie.

Pielęgnacja i ochrona sadu

Kolejnym etapem produkcji gruszy jest ochrona i pielęgnacja sadu. Istotnym dla minimalizacji strat jest cięcie drzew [Stoik i in. 2025, Rusnak 2023]. Termin formowania roślin powinien uwzględniać panujące warunki atmosferyczne. Nie można dokonywać tej czynności podczas bardzo niskich temperatur, ponieważ zbyt niska temperatura sprzyja porażeniu drzew owocowych przez patogeny chorobotwórcze. Zbyt późny termin może natomiast narazić drzewo na uszkodzenie powstałych pąków kwiatowych [Rusnak 2023]. Jakość owoców zależy również od stopnia nasłonecznienia. W tym celu wycinane są gałęzie drzew nachodzące na siebie oraz większe gałęzie w górnej partii drzewa, które zmniejszają dostęp światła do wnętrza korony [Rusnak 2023].

W procesie produkcji niezbędna jest również zaplanowana i nadzorowana ochrona przed czynnikami abiotycznymi i biotycznymi. Najgroźniejszym na wczesnym etapie rozwoju grusz jest spadek temperatury. Aby zminimalizować straty w produkcji spowodowane przymrozkami stosuje się różne sposoby na utrzymanie optymalnej temperatury w sadach. Najbardziej tradycyjna metoda polega na rozpalamiu ognisk między rzędami drzewek.

Współczesny rynek urządzeń rolniczych oferuje coraz więcej nowoczesnych rozwiązań. Wśród najczęściej stosowanych znajdują się termowentylatory (wiatraki przeciw przymrozkowe), które mieszają warstwy atmosfery, zapobiegając zaleganiu zimnego powietrza przy powierzchni gruntu. Innym rozwiązaniem są naganiacze ciepłego powietrza, czyli urządzenia grzewcze działające punktowo lub obszarowo (mobilne nagrzewnice), które podnoszą temperaturę w sadzie podczas krytycznych godzin. Coraz większą popularnością cieszą się także systemy mikrozaszczyniania antyprzymrozkowego, które opierają się na zjawisku krystalizacji wody. Można go również używać do tworzenia mgły (zamgławianie wodne). Systemy te mogą być w pełni zautomatyzowane i sterowane zdalnie. Do najdroższych rozwiązań należy używanie helikopterów lub dronów, które podczas przelotu nad sadem mieszają warstwy powietrza, ograniczając spadek temperatury [Kiniorska i in. 2021].

Kolejnym niesprzyjającym zjawiskiem atmosferycznym jest opad gradu. Najlepszym zabezpieczeniem przed jego negatywnymi skutkami są siatki przeciwgradowe. Zawieszane nad uprawą siatki z tworzywa sztucznego o drobnych oczkach nie przepuszczają spadających zamarzniętych kropli wody [Kiniorska i in. 2021]. Możliwe jest również używanie armat antygradowych, które wystrzela się w kierunku nadchodzących chmur. Aby stosować tego rodzaju zabezpieczenie należy posiadać specjalne szkolenia i zezwolenia.

W ostatnich latach dużym problemem dla producentów rolnych jest susza. Niedobór wody negatywnie wpływa na wzrost i rozwój roślin, pojawiają się krótko- i długoterminowe reakcje na stres, co wymusza wprowadzenie rozwiązań z zakresu optymalizacji nawadniania sadu [Venturi i in. 2021]. Strategie nawadniania kontrolowanego (tzw. deficytowego) mogą być stosowane w celu zmniejszenia wzrostu koron drzew, szczególnie w sadach gruszkowych z dużą gęstością nasadzeń i na dobrych podkładkach. Dlatego genotyp podkładki i jego interakcje ze zrazem powinny być brane pod uwagę podczas stosowania zmniejszonych strategii nawadniania, ponieważ stosunki wodne drzew są w dużym stopniu zależne od wigoru podkładki. Należy mieć na uwadze fakt, że łagodny stres zastosowany w sezonie wegetacyjnym może negatywnie wpłynąć na zawartość wapnia w owocach, zmniejszając tym samym jego potencjał przechowalniczy. Natomiast zbyt mała ilość wody powoduje zamieranie i nieprawidłowy rozwój roślin. Aby minimalizować straty z tym związane stosuje się różnego rodzaju systemy nawadniające. Jedną z technologii jest nawadnianie nadkoronowe, które za pomocą zraszaczy górujących nad czubkami drzew rozpyla równomiernie krople wody. Do nawadniania uprawy z poziomu gruntu używa się nawadnianie podkoronowe i podlewanie za pomocą specjalistycznych węży, w tym kropelkowe. Dodatkowo w celu zmniejszenia utraty wilgotności przez glebę stosuje się ściółkowanie [Venturi i in. 2021]. Jak podają Lepaja i in. [2024], dzięki technologii nawadniania kropelkowego w uprawach gruszy, przy deficytowym nawadnianiu (do 50%) 92,30% owoców zakwalifikowano do klasy ekstra, natomiast przy pełnym nawadnianiu 85,41%. Potwierdzono, że nawadnianie kropelkowe w połączeniu z umiarkowanym stresem wodnym zwiększa wszystkie parametry produkcyjne, zwłaszcza plon całkowity, a także pozwala na ograniczenie zużycia wody. Przekroczenie dopuszczalnego progu deficytu wody może mieć jednak niekorzystny wpływ na rozwój i dojrzewanie owoców, dlatego technologia ta wymaga stałej kontroli. Jednocześnie konieczne jest ograniczenie nadmiernego nawadniania drzew, ponieważ może to prowadzić do tzw. luksusowej konsumpcji, a w konsekwencji do obniżenia jakości owoców poprzez nadmierną produkcję lub wzrost wegetatywny [Lepaja i in. 2024]. Podobne wyniki uzyskali Venturi i in. [2021]. Stwierdzili, że łagodny stres wynikający z niedoborów wody w uprawach gruszy może skutkować osiągnięciem lepszych cech jakościowych owoców bez negatywnego wpływu na wydajność fizjologiczną roślin. Jednocześnie kontrolowane nawadnianie deficytowe może poprawić jakość owoców a także przydatność do przechowywania. Odpowiednie zarządzanie nawadnianiem może prowadzić do

lepszej jakości owoców, co zmniejszy odsetek owoców odrzuconych, nie spełniających wymagań, a także zwiększy generowany dochód w całym łańcuchu dostaw.

Możliwe jest również zastosowanie specjalistycznych środków wspomagających regenerację uszkodzonych zawiązków owoców. Wyróżnia się między innymi: biostymulatory, które poprawiają metabolizm roślin; regulatory wzrostu; antystresanty, które zmniejszają stres podczas suszy; środki wspomagające ochronne przed przymrozkami oraz preparaty wzmacniające skórę owoców. Kluczowym w procesie produkcji jest stałe i systematyczne monitorowanie jego przebiegu. Każde najmniejsze odstępstwo od normy powinno skutkować natychmiastowym uruchomieniem odpowiedniego działania.

W odróżnieniu od czynników abiotycznych, których źródłem są zjawiska naturalne i pogodowe, czynniki biotyczne wynikają z działalności żywych organizmów oddziałujących na rośliny sadownicze. Zalicza się do nich m.in. organizmy patogeniczne, szkodniki oraz dzikie zwierzęta, które mogą prowadzić do znacznych uszkodzeń drzew i owoców, a tym samym obniżenia plonów i jakości handlowej produktów [Stoik i in. 2025].

Największym zagrożeniem w tej kategorii są wirusy, bakterie i grzyby. Przy ich zwalczaniu podejmowane są działania dwufazowo. Należy wycinać porażone, chore części rośliny. Niezbędna jest dezynfekcja i dokładne oczyszczanie sprzętów używanych podczas pracy, aby nie przenosić patogenów na inne części uprawy. Kolejnym krokiem jest zastosowanie środków chemicznych dedykowanych do danego zagrożenia.

W walce ze szkodnikami używa się środków chemicznych, które muszą być zgodne z integrowaną produkcją roślin i powinny być stosowane zgodnie z okresem karencji. Warto pamiętać, że w sadach żyją również pożyteczne owady, które są naturalnymi wrogami dla szkodników upraw sadowniczych. Dlatego dobierając środki chemiczne warto wybierać preparaty o działaniu selektywnym, które nie szkodzą pożytecznym owadom w sadach. Wśród entomofauny sadów na uwagę zasługują zapylające rośliny pszczoły, drapieżne biedronki redukujące populacje mszyc oraz skorki pełniące istotną rolę w biologicznej kontroli miodówki. W niektórych przypadkach specjalnie są wprowadzane osobniki, które walczą z agrofagami. Kolejną metodą minimalizacji występowania szkodników jest zakładanie pułapek feromonowych oraz pułapek barwnych. Pierwsze z wymienionych wabią konkretne gatunki owadów za pomocą feromonów płciowych. Drugie z kolei przyciągają do siebie owady za pomocą barwy. Obie pułapki posiadają powierzchnię lepką, do której przyklejają się owady [Stoik i in. 2025].

W przypadku zagrożenia ze strony dzikich zwierząt stosuje się ogradzanie sadów siatką. Jeśli nie jest to możliwe należy zabezpieczyć każde drzewo osłonkami sadowniczymi lub malować farbami ochronnymi. Dodatkowo można używać odstraszczy dźwiękowych i zapachowych.

Zbiór owoców

Najważniejszym etapem podczas całej produkcji sadowniczej jest zbiór. Dojrzałość zbiorcza gruszek zależy od przeznaczenia owoców. Aby skutecznie utrzymać jakość gruszek po zbiorze, zarówno podczas przechowywania w standardowej, jak i w kontrolowanej atmosferze, bardzo ważne jest precyzyjne określenie stopnia dojrzałości owoców w momencie zbioru [Saquet 2019]. Jego termin jest kluczowy, ponieważ musi współgrać z parametrami jakościowymi owoców. Nie należy zrywać owoców zbyt wcześnie, ponieważ będą one miały gorsze walory smakowe i nastąpi ryzyko wystąpienia opalenizny przechowalniczej. Zbyt późny zbiór natomiast będzie skutkował spadkiem jędrności i szybkim dojrzewaniem owoców, w wyniku czego nie będą nadawać się do długiego przechowywania [Bryk, 2021]. Twardość miąższu gruszki jest prawdopodobnie najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem dojrzałości do zbioru. Do najczęściej wykorzystywanych w praktyce sadowniczej metod określających stopień dojrzałości owoców należą oparte na doświadczeniu producentów, czyli ocena wizualna wielkości, barwy podstawowej skórki, łatwości odchodzenia owoców od krótkopędów. Natomiast wskaźniki

oparte na przesłankach naukowych to test skrobiowy, pomiar jędrności, zawartość ekstraktu, metoda indukowanego etylenu [Oleszczak, 2021]. Gruszki zbierane późno mają wyższe wskaźniki jędrności i utraty wagi podczas przechowywania. Owoce zaleca się zbierać pojedynczo, nie naciskając mocno i blokując kciukiem szypułkę, aby się nie oderwała. Osoby pracujące przy zbiorze powinny mieć krótkie paznokcie lub zbierać owoce w płóciennych rękawiczkach [Soska, 2007]. Produkt sadowniczy powinien trafić bezpośrednio do dedykowanych pojemników zbiorczych, które dodatkowo zabezpiecza się specjalistycznymi piankami ochronnymi. Dzięki nim minimalizuje się straty wynikające z obić, otarć i nakłóć przez szypułki surowca owocowego. Natomiast przepełnione pojemniki transportowe mogą stanowić problemy przy magazynowaniu pionowym. Każdy owoc przed zebraniem powinien być dokładnie sprawdzony, żeby uniknąć magazynowania wadliwych lub uszkodzonych.

Magazynowanie i przechowywanie owoców

Jakość owoców gruszki zawsze pogarsza się na etapie przechowywania, a wyzwaniem zarządzania tym etapem jest minimalizacja strat ilościowych i jakościowych. Reakcje owoców gruszki na warunki w przechowalni zależą od odmiany, pory roku, warunków wzrostu i dojrzałości fizjologicznej w momencie zbioru. Jak podaje Saquet [2019], idealny owoc gruszki do długoterminowego przechowywania powinien być zbierany w odpowiednim momencie dojrzałości. Owoce gruszki zbierane zbyt wcześnie można przechowywać przez dłuższy czas, są jednak mniejsze, bardziej podatne na powierzchniowe oparzenia i mają niedobór lotnych substancji aromatycznych w porównaniu do fizjologicznie dojrzałych owoców podczas zbioru. Owoce zbierane później są większe, mają lepszą barwę skórki i smak, ale czas przechowywania jest krótszy, zmiękczenie jest bardziej nasilone i są bardziej podatne na uszkodzenia podczas przechowywania. Dlatego owoce muszą być zbierane w optymalnej dojrzałości, co pozwala zmniejszyć straty po zbiorach i osiągnąć akceptowalną jakość konsumpcyjną po założonym okresie przechowywania [Lipa i in. 2018]. Magazynowanie produktów rolno-spożywczych, w tym głównie świeżych owoców ma kluczowe znaczenie dla zachowywania ich jakości i bezpieczeństwa [Klepacki 2018, Kiniorska i in. 2021]. W magazynach produkty muszą być przechowywane w odpowiednich warunkach, które umożliwiają ich dystrybucję i sprzedaż. Ważnymi czynnikami w magazynowaniu są temperatura, wilgotność i wentylacja. Obniżenie temperatury ma znaczący wpływ na zmniejszenie metabolizmu owoców, a tym samym na utrzymanie ich jakości. Niższa temperatura drastycznie spowalnia tempo oddychania, a także procesy związane z dojrzewaniem i starzeniem, a tym samym znacząco zmniejsza degradację związków odżywczych i prozdrowotnych, wydłużając okres przydatności owoców do spożycia [Saquet 2019]. Owoce i warzywa mają temperaturę krytyczną, poniżej której mogą wystąpić niepożądane i nieodwracalne reakcje lub uszkodzenia spowodowane chłodzeniem. Również wilgotność musi podlegać kontroli aby zapobiec warunkom sprzyjającym rozwojowi patogenów chorobotwórczych. Wilgotność względna zależy od powierzchni i rodzaju urządzenia chłodniczego w pomieszczeniu magazynowym a także różnicy temperatur między wężownicą a powietrzem, od szybkości wymiany powietrza, rozkładu temperatury w pomieszczeniu, gatunku owoców i materiału opakowaniowego. Główne europejskie odmiany gruszek nadają się do długoterminowego przechowywania w zakresie temperatur od -1 do 0°C i wilgotności względnej wyższej niż 90% przez 3–6 miesięcy [Saquet, 2019]. Po tym czasie pojawia się przyspieszone dojrzewanie i występowanie wewnętrznego rozpadu, większa częstotliwość występowania zmian skutkujących odrzuceniem owoców, nie spełniających wymogów. Dobrze zorganizowane magazyny są również ważne w zapobieganiu marnowaniu żywności. Powinny być regularnie sprawdzane, aby upewnić się, że owoce są w dobrym stanie [Klepacki 2018].

Nowoczesne rozwiązania umożliwiają zabezpieczenia zebranych owoców związkiem chemicznym 1-metylocyklopropan (1-MCP). Związek ten przedłuża trwałość produktów,

poprawia zdolność przechowalniczą i zabezpiecza powierzchnię zebranych owoców, które są już uszkodzone przed rozwojem patogenów grzybowych [Saquet 2019].

Sortowanie i transport

Ostatnim etapem produkcji jest sortowanie owoców i przygotowanie ich do transportu. Rosnące oczekiwania kupujących wymuszają na sadownikach staranne przygotowanie owoców do sprzedaży. Ręczne sortowanie zostało już całkowicie wyparte przez nowoczesne linie technologiczne do sortowania, kalibrowania i pakowania owoców. Podlegają kontroli przez wyszkolonych pracowników, co zapewnia prawidłowe działanie urządzeń, wychwycenie ewentualnych usterek oraz utrzymanie wysokiej jakości finalnego produktu trafiającego do konsumenta. Transport świeżych owoców wymaga zapewnienia ściśle określonych warunków, takich jak odpowiednia temperatura i optymalna wilgotność względna powietrza w pojazdach transportowych. Bardzo ważne jest, aby planując dystrybucję owoców zapewnić utrzymanie łańcucha temperaturowego, odpowiedniej wilgotności planując dedykowane do tego asortymentu środki transportu [Kuziemska i in. 2016].

Po zbiorach owoce trafiają do punktów sortowania, w których następuje ich selekcja zgodnie z wymaganiami rynku. Dzięki odpowiedniemu podziałowi na klasy jakościowe możliwe jest zoptymalizowanie kanałów dystrybucji, od dostaw do hurtowni i supermarketów po przekierowanie surowca niższej jakości do przemysłu owocowo-warzywnego, z przeznaczeniem na produkcję soków, przecierów czy koncentratów.

IV. PODSUMOWANIE

Minimalizacja strat w produkcji owoców wymaga kompleksowego podejścia na każdym etapie łańcucha produkcyjnego – od przygotowania sadu po przechowywanie i dystrybucję owoców. Kluczowe znaczenie mają staranny dobór stanowiska i odmiany, precyzyjne zabiegi pielęgnacyjne oraz skuteczna ochrona przed chorobami i szkodnikami. Właściwy moment i technika zbioru, a także zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania, umożliwiają utrzymanie wysokiej jakości owoców i ograniczenie strat przechowalniczych. Dodatkowo, nowoczesne metody sortowania i pakowania oraz kontrolowany transport w chłodniczym łańcuchu dostaw pozwalają na dostarczenie produktu o wysokiej wartości handlowej do konsumenta. Zintegrowane zarządzanie produkcją i dystrybucją jest kluczem do optymalizacji efektywności i zrównoważonego rozwoju całej branży sadowniczej.

BIBLIOGRAFIA

1. Bryk H. 2021. Ostatnia prosta przed zbiorami. Sad nowoczesny. 8. 22-26.
2. Chojnicki J., Kostecka J. 2024. Rozpoznanie i przeciwdziałanie zagrożeniom funkcji gleb–wybrane aspekty podstawowej wiedzy dla decydentów. Polish Journal for Sustainable Development. 28(1). 45-59. DOI: 10.15584/pjsd.2024.28.1.4.
3. Góral J., Rembisz W. 2017. Produkcja w rolnictwie w kontekście ochrony środowiska. Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich. 104(1). 7-21. DOI: 10.22630/RNR.2017.104.1.1.
4. Kiniorska I., Brambert P., Kamińska W. 2021. Inteligentne rozwiązania technologiczne w działalności rolniczej. Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna. 55. 45-66. <https://doi.org/10.14746/rrpr.2021.55.05>.
5. Klepacki B. 2018. Agrobiznes i agrobiologia – pojęcie i specyfikacje. Journal of Modern Science. 4 (39). 103-116.
6. Kostecka J., Kostecki A.W. 2016. Transformacja wsi oparta na innowacjach w zakresie ochrony środowiska. Studia KPZK. PAN. (173). 197-212.

7. Kuziemska B., Trębicka J., Pieniak-Lendzion K. 2016. Logistyka transportu w rolnictwie. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. 109(36). 161-171.
8. Łakomiak A. 2017. Kapitał intelektualny polskiego sadownictwa. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. 19(5). 135-142. doi: 10.5604/01.3001.0010.6221.
9. Lepaja L., Lepaja K., Kullaj E., Balaj N. 2024. The influence of drip irrigation on water efficiency in pear cultivation. Journal of Ecological Engineering. 25(7). 241-245. <https://doi.org/10.12911/22998993/188579>.
10. Lipa T., Szot I., Dobrzański P., Kaplan M., Baryła P. 2018. Podatność gruszek na obicia po zbiorze i przechowywaniu. Acta Agrophysica. 25(4). 485-499. doi:10.31545/aagr/102717.
11. Milewski T., Miziołek D., Pytkowska R., Serafin K., Zaremba Ł. 2025. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2024 r. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa. [dok. elektr.: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze/produkcja-upraw-rolnych-i-ogrodnich-w-2024-r-9,23.html>. data dostępu 15.05.2025].
12. Oleszczak M. 2021. Nie za wcześnie, nie za późno, czyli jak wyznaczać termin zbioru owoców? Sad. 9. 34-35.
13. Rusnak J. 2023. Cięcie drzew i krzewów owocowych. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego. Karniowce.
14. Rysz M., Szymańska E.J. 2023. Wdrażanie innowacji w gospodarstwach sadowniczych o różnej skali produkcji owoców. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki. 8(2). 73-88. DOI: 10.22630/EIOL.2023.8.2.13.
15. Saquet A.A. 2019. Storage of pears. Scientia Horticulturae. 246. 1009-1016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.091>.
16. Soik G. (red.) 2025. Program ochrony gruszy. Instytut sadownictwa. Skierniewice. [dok. elektr.: https://www.inhort.pl/files/sor/programy_ochrony/Program_ochrony_gruszy.pdf. data dostępu 28.06.2025].
17. Soska J. 2007. Uprawa gruszy. Wyd. Plantpress. Kraków. 5.
18. Venturi, M., Manfrini, L., Perulli, G. D., Boini, A., Bresilla, K., Corelli Grappadelli, L., & Morandi, B. (2021). Deficit irrigation as a tool to optimize fruit quality in abbé fetél pear. *Agronomy*, 11(6), 1141. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061141>.