

A report for:



Regenerative Agriculture in various regions of the world

by Jakub Gawęcki

2024 Nuffield Scholar, Poland

December 2025

Nuffield International Project No 50

Supported by:



© 2025 Nuffield International
All rights reserved.

This publication has been prepared in good faith on the basis of information available at the date of publication without any independent verification. Nuffield International does not guarantee or warrant the accuracy, reliability, completeness or currency of the information in this publication nor its usefulness in achieving any purpose.

Readers are responsible for assessing the relevance and accuracy of the content of this publication. Nuffield International will not be liable for any loss, damage, cost or expense incurred or arising by reason of any person using or relying on the information in this publication.

Products may be identified by proprietary or trade names to help readers identify particular types of products but this is not, and is not intended to be, an endorsement or recommendation of any product or manufacturer referred to. Other products may perform as well or better than those specifically referred to.

This publication is copyright. However, Nuffield International encourages wide dissemination of its research, providing the organisation is clearly acknowledged.

Scholar Contact Details

Jakub Gawęcki

Address: Bukowa 1 street, Post code 48-100 Głubczyce

Phone: +48 602 462 863

Email: Jakub.gawecki99@gmail.com

In submitting this report, the Scholar has agreed to Nuffield International publishing this material in its edited form.

NUFFIELD INTERNATIONAL Contact Details:

Nuffield International

Address: PO BOX 495, Kyogle, New South Wales, Australia 2474

Contact: Jodie Redcliffe

Title: Chief Executive Officer

Mobile: (+61) (0) 408 758 602

Email: jodie.redcliffe@nuffield.com.au

Executive Summary

Raport prezentuje wyniki moich obserwacji i analiz dotyczących rolnictwa regeneratywnego w różnych częściach świata, zdobytych podczas podróży w ramach Międzynarodowego Programu Stypendialnego Nuffield.

Odwiedziłem m.in. Brazylię, Teksas, Rumunię, Niemcy, Irlandię, Holandię, Francję, Wielką Brytanię, Walię, Szkocję i Australię. Analiza obejmuje zarówno wielkoobszarowe gospodarstwa, jak i mniejsze systemy europejskie, umożliwiając zestawienie różnorodnych podejść do produkcji żywności w kontekście lokalnych uwarunkowań.

Raport pokazuje, że rolnictwo regeneratywne nie jest pojedynczą technologią, lecz kompleksowym systemem opartym na wzajemnie powiązanych elementach, takich jak zarządzanie glebą, rośliny okrywowe, integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej, minimalizacja zabiegów uprawowych i efektywne gospodarowanie zasobami. Wdrożenie praktyk regeneracyjnych przynosi wymierne korzyści – poprawę jakości gleby, zwiększenie odporności systemu na zmienne warunki pogodowe, redukcję kosztów oraz długoterminową stabilność gospodarstwa.

Analiza międzynarodowa pokazuje również, że skala gospodarstwa i lokalne uwarunkowania klimatyczne determinują wybór praktyk: w dużych gospodarstwach stosuje się systemy No-Till i minimalizację prac polowych, natomiast w Europie praktyki regeneracyjne często funkcjonują równolegle z tradycyjnymi systemami uprawy, pozwalając na eksperymentowanie i zwiększenie wartości dodanej produktów.

Raport wskazuje także na istotną rolę rynku i konsumentów – wdrożenie praktyk regeneracyjnych zależy od oczekiwań odbiorców, presji przemysłu spożywczego oraz możliwości budowania przewagi konkurencyjnej poprzez produkty zrównoważone i ekologiczne. Edukacja rolników, doradztwo oraz dostęp do wiedzy praktycznej i technologii są kluczowe dla skutecznego wdrażania rolnictwa regeneratywnego.

Wnioski płynące z raportu podkreślają potrzebę lokalnej adaptacji praktyk, stopniowego wdrażania zmian, integracji produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz monitorowania efektów w dłuższym horyzoncie czasowym. Rolnictwo regeneratywne ma potencjał, by stać się fundamentem zrównoważonej, odpornej i produktywnej produkcji żywności na całym świecie, przy jednoczesnym zachowaniu równowagi między wydajnością gospodarstwa a ochroną środowiska.

Table of Contents

Executive Summary	3
Table of Contents	4
Foreword.....	6
Moja podróż.....	7
Acknowledgments	8
Objectives.....	10
Introduction.....	11
Chapter: 1 Historia rolnictwa regeneratywnego	12
1.1 Historia rolnictwa regeneratywnego	12
1.2 Początki i inspiracje	12
1.3 Rozwój koncepcji i badań naukowych	12
1.4 Współczesny rozwój i globalne wdrożenia.....	13
1.5 Wnioski z historii.....	13
Chapter 2: Elementy produkcji Regeneratywnej	13
2.1 Elementy produkcji Regeneratywnej	13
2.2 Rośliny okrywowe w produkcji regeneratywnej	18
2.3 Struktura upraw a rolnictwo regeneratywne	21
2.4 Produkcja zwierzęca w rolnictwie regeneratywnym	23
2.5 Systemy uprawy w rolnictwie regeneratywnym.....	24
Chapter 3: Rolnictwo regeneratywne w praktyce – różne warunki, różne rozwiązania.....	26
3.1 Porównanie skali gospodarstw.....	27
3.2 Uprawa roli i siew w zależności od skali produkcji	27
3.3 Połączenie produkcji roślinnej z produkcją zwierzęcą w systemach regeneratywnych ..	31
Chapter 4: Wpływ praktyk regeneratywnych na funkcjonowanie gospodarstw	34
4.1 Poprawa jakości gleby i zdrowia roślin	34
4.2 Zwiększenie odporności systemów produkcyjnych.....	34
4.3 Efektywność ekonomiczna	35
4.4 Zmiany w organizacji pracy i podejmowaniu decyzji	35
4.5 Klimat i glebowe uwarunkowania praktyk regeneratywnych	35
4.6 Zarządzanie ryzykiem w systemach regeneratywnych.....	35
4.7 Wpływ na długoterminową stabilność gospodarstwa.....	35
Chapter 5: Rolnictwo regeneratywne, a zmiany klimatyczne	36
5.1 Zmienność pogody jako główny czynnik ryzyka w rolnictwie	36
5.2 Gleba jako bufor klimatyczny.....	36
5.3 Ograniczenie emisji i sekwestracja węgla	36
5.4 Adaptacja zamiast maksymalizacji	37
5.5 Regionalne różnice w podejściu do klimatu	37
Chapter 6: Rolnictwo regeneratywne a rynek i przemysł spożywczy.....	37
6.1 Wymagania rynku a sposób produkcji.....	37
6.2 Rola przemysłu spożywczego w rozwoju rolnictwa regeneratywnego	38
6.3 Konsument jako czynnik kształtujący kierunek zmian.....	39
6.4 Rolnictwo regeneratywne jako element wartości dodanej.....	39
6.5 Wnioski dla dalszego rozwoju systemów produkcji.....	40

Chapter 7: Rolnictwo regeneratywne, a przyszłość produkcji żywności.....	40
7.1 Odporność systemów produkcyjnych	40
7.2. Zrównoważenie intensywności produkcji z ochroną środowiska.....	40
7.3 Rola technologii i edukacji rolników	40
7.4 Wpływ rynku i konsumenta na przyszłość praktyk regeneratywnych.....	40
7.5 Wyzwania i perspektywy globalne	41
Chapter 8: Wnioski praktyczne i kierunki dalszego rozwoju	41
8.1 Gleba jako długoterminowa inwestycja	41
8.2 Elastyczność zarządzania i podejmowanie decyzji.....	42
8.3 Skala gospodarstwa a strategia wdrażania praktyk regeneratywnych	42
8.4 Rola wiedzy, współpracy i wymiany doświadczeń	42
8.5 Zmiany klimatyczne.....	42
8.6 Kierunki dalszego rozwoju rolnictwa regeneratywnego.....	43
Conclusions.....	44
Recommendations	45

Foreword

Moja droga związana z rolnictwem rozpoczęła się bardzo wcześnie. Od najmłodszych lat miałem możliwość obserwowania pracy na gospodarstwie, gdzie mój tata wprowadzał mnie w podstawy uprawy roli. Uwagę młodego chłopaka najbardziej skupiały maszyny rolnicze. Ochrona roślin, nawożenie oraz inne aspekty nie odgrywały kluczowej roli. Dopiero w późniejszych latach, gdy podjąłem studia rolnicze oraz rozpocząłem pracę zauważyłem, że rolnictwo to nie tylko mechanizacja i uprawa roli. Gleba oraz jej zdrowie zaczęły pokazywać mi jak ważną kwestię odgrywają zachodzące w przyrodzie procesy oraz jakie znaczenie ma gleba jako fundament w produkcji rolnej. Te doświadczenia ukształtowały nie tylko moje zainteresowania zawodowe, ale również sposób myślenia o rolnictwie jako systemie opartym na równowadze między człowiekiem a środowiskiem naturalnym.

W kolejnych latach swoją wiedzę i praktyczne umiejętności rozwijałem poprzez sezonową pracę w stacjach badawczych oraz na różnych gospodarstwach rolnych. Bezpośredni kontakt z praktyką rolniczą, a także możliwość obserwacji efektów różnych technologii uprawy, pozwoliły mi zrozumieć zarówno potencjał nowoczesnego rolnictwa, jak i jego ograniczenia. Szczególnie widoczne stały się problemy związane z degradacją gleby, spadkiem jej żyzności, uzależnieniem od środków zewnętrznych oraz rosnącą wrażliwością gospodarstw na zmiany klimatyczne.

W ostatnich latach pracowałem w Fundacji Rozwoju Rolnictwa „Terra Nostra” jako specjalista ds. biologizacji i rolnictwa regeneratywnego, wspierając rolników we wdrażaniu rozwiązań opartych na procesach biologicznych i naturalnych mechanizmach funkcjonowania ekosystemów glebowych. Praca ta utwierdziła mnie w przekonaniu, że przyszłość rolnictwa nie leży wyłącznie w intensyfikacji produkcji, lecz w odbudowie podstawowych zasobów – gleby, wody i bioróżnorodności – przy jednoczesnym zachowaniu opłacalności ekonomicznej gospodarstw. Gdyby nie rozpoczęcie pracy w Fundacji, prawdopodobnie dziedzina rolnictwa regeneratywnego mogłaby być dla mnie bardziej odległa niż jest teraz.

Zainteresowanie rolnictwem regeneratywnym wynikało więc nie z chwilowego trendu, lecz z kilkuletnich obserwacji i doświadczeń praktycznych. Poszukiwałem podejścia, które łączyłoby wiedzę naukową z praktyką polową, a jednocześnie dawało realną odpowiedź na wyzwania stojące przed współczesnym rolnictwem. Takim podejściem okazało się rolnictwo regeneratywne – elastyczne, lokalnie dostosowane i skupione na długofalowej odbudowie funkcji ekosystemów rolnych.

Tematem niniejszego raportu, opartego na podróżach studyjnych zrealizowanych w ramach Stypendium Nuffield, jest „Rolnictwo regeneratywne w różnych częściach świata”. Podczas wizyt w wielu krajach i odmiennych warunkach klimatyczno-glebowych miałem możliwość poznania praktycznych rozwiązań stosowanych przez rolników, doradców i naukowców, a także porównania różnych modeli wdrażania zasad regeneracji. Odwiedziłem 9 krajów na 4 kontynentach. Znaczący element będzie miało porównanie rolnictwa odwiedzonych krajów do obserwacji dokonanych w Polsce. Raport ten stanowi próbę połączenia osobistej drogi

zawodowej, zdobytych doświadczeń międzynarodowych oraz refleksji nad kierunkiem, w jakim może i powinno zmierzać nowoczesne rolnictwo.



Figure 1: Author, Jakub Gawęcki (source: Author)

Moja podróż

Podróż badawcza zrealizowana w ramach Stypendium Nuffield miała charakter międzynarodowy i porównawczy. Jej głównym celem było poznanie praktycznego funkcjonowania rolnictwa regeneratywnego w różnych częściach świata oraz zrozumienie, w jaki sposób zasady regeneracji są adaptowane do odmiennych warunków klimatycznych, glebowych i organizacyjnych. Polskie rolnictwo stanowi w tym raporcie punkt odniesienia, pozwalający lepiej interpretować obserwowane rozwiązania.

Skala przedsięwzięcia była znacząca. W trakcie realizacji programu odbyłem łącznie 26 lotów samolotem oraz pokonałem około 20 tysięcy kilometrów drogą lądową, przemieszczając się pomiędzy gospodarstwami rolnymi, stacjami badawczymi, ośrodkami doradczymi oraz miejscami spotkań z rolnikami, naukowcami i praktykami rolnictwa regeneratywnego. Intensywność podróży odzwierciedlała różnorodność odwiedzanych regionów oraz złożoność zagadnień związanych z odbudową funkcji ekosystemów rolnych.

Podczas podróży odwiedziłem Brazylię, Teksas (USA), Niemcy, Irlandię, Rumunię, Holandię, Francję, Anglię, Szkocję, Walię oraz Australię. Każdy z tych kierunków reprezentował

odmienny model rolnictwa oraz inne podejście do wdrażania zasad regeneratywnych. Brazylia, Teksas oraz Australia ukazały możliwości stosowania rolnictwa regeneratywnego w systemach wielkoobszarowych, często funkcjonujących pod presją klimatyczną i ekonomiczną. Europa Zachodnia i Środkowo-Wschodnia pozwoliły na analizę rozwiązań stosowanych w bardziej zróżnicowanych strukturalnie gospodarstwach, często łączących tradycję z nowoczesnymi metodami zarządzania glebą i roślinnością. Australia natomiast stanowiła przykład rolnictwa rozwijanego w warunkach, gdzie regeneracja gleby i krajobrazu jest nie tylko wyborem, ale koniecznością.

Zebrane doświadczenia i obserwacje tworzą szerokie tło porównawcze dla analizy rolnictwa regeneratywnego jako globalnego podejścia, a nie lokalnej technologii.

Figure 1: Study travel

Data	Kraj	Etap programu
8.03.2024 – 16.03.2024	Brazylia	Contemporary Scholarship Conference (CSC)
17.03.2024 – 21.03.2024	Brazylia	Post CSC tour
22.03.2024 – 29.03.2024	Teksas (USA)	Global Focus Program (GFP)
30.03.2024 – 6.04.2024	Niemcy	GFP
7.04.2024 – 14.04.2024	Irlandia	GFP
29.07.2024 – 1.08.2024	Rumunia	Individual travel
29.01.2024 – 2.02.2024	Holandia	Individual travel
24.03.2024 – 30.03.2024	Francja	Individual travel
1.07.2024 – 6.07.2024	Anglia	Individual travel
7.07.2024 – 11.07.2024	Szkocja	Individual travel
12.07.2024 – 13.07.2024	Walia	Individual travel
10.11.2024 – 25.11.2024	Australia	Individual travel

Acknowledgments

Realizacja niniejszego raportu oraz udział w programie stypendialnym nie byłyby możliwe bez wsparcia wielu osób i organizacji, którym pragnę wyrazić serdeczne podziękowania.

W pierwszej kolejności dziękuję sponsorom stypendium za zaufanie oraz stworzenie mi możliwości udziału w programie, który pozwolił na zdobycie unikalnej wiedzy, międzynarodowych doświadczeń i perspektywy nieosiągalnej w ramach standardowych ścieżek rozwoju zawodowego.

Szczególne podziękowania kieruję do mojej rodziny za nieustanne wsparcie, wyrozumiałość oraz pomoc w czasie moich licznych podróży. Ich zaufanie i motywacja były dla mnie niezwykle ważnym elementem umożliwiającym realizację tego przedsięwzięcia. Dziękuję również mojej partnerce Monice za codzienne wsparcie, cierpliwość i zaangażowanie, a także za pomoc organizacyjną i emocjonalną na każdym etapie realizacji stypendium.

Wyrazy wdzięczności kieruję do programu Nuffield za kompleksową organizację kluczowych etapów stypendium, w szczególności programu CSC (Contemporary Scholarship Conference)

oraz GFP (Global Focus Program), które stworzyły przestrzeń do wymiany doświadczeń, nawiązania międzynarodowych relacji oraz poszerzenia perspektywy na globalne rolnictwo.

Serdecznie dziękuję także innym stypendystom Nuffield, którzy okazali mi ogromną życzliwość i otwartość podczas moich indywidualnych podróży badawczych. Ich pomoc w organizacji wizyt w gospodarstwach, dzielenie się kontaktami, wiedzą oraz wielokrotne zapewnienie noclegu miały nieocenioną wartość i znacząco wpłynęły na jakość oraz zakres zrealizowanych obserwacji.

Wszystkim wymienionym osobom i organizacjom składam szczerze podziękowania za wkład w realizację tej wyjątkowej przygody.

Objectives

- **Analiza praktyk rolnictwa regeneratywnego w różnych regionach świata**

Zidentyfikowanie i opisanie metod stosowanych w gospodarstwach w Brazylii, Teksasie, Rumunii, Australii i Europie, uwzględniając różnorodność warunków klimatycznych, wielkość gospodarstw i specyfikę lokalną.

- **Ocena wpływu praktyk regeneratywnych na funkcjonowanie gospodarstw**

Zbadanie, w jaki sposób wprowadzenie praktyk regeneracyjnych wpływa na zdrowie gleby, odporność systemu produkcyjnego, stabilność plonów oraz koszty i efektywność ekonomiczną gospodarstwa.

- **Porównanie skali i adaptacji praktyk w różnych kontekstach geograficznych**

Zestawienie rozwiązań stosowanych w gospodarstwach wielkoobszarowych i mniejszych, pokazanie, które praktyki mogą być wdrażane na małą i dużą skalę, oraz zidentyfikowanie czynników determinujących ich efektywność.

- **Ocena roli rynku i konsumenta w rozwoju rolnictwa regeneratywnego**

Analiza wpływu wymagań przemysłu spożywczego, oczekiwań konsumentów oraz możliwości budowania wartości dodanej produktów regeneracyjnych na decyzje rolników.

- **Sformułowanie praktycznych wniosków i rekomendacji dla dalszego rozwoju**

Przedstawienie zaleceń dotyczących wdrażania rolnictwa regeneratywnego, monitorowania efektów, integracji produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz adaptacji praktyk do lokalnych warunków, w celu zwiększenia odporności i zrównoważenia systemów produkcji żywności.

Introduction -

Definicja rolnictwa regeneratywnego

Rolnictwo jest jedno – różni się natomiast podejście rolnika do zarządzania gospodarstwem oraz oczekiwania przemysłu, który kształtuje kierunek produkcji. Ukierunkowanie tego przemysłu w dużej mierze zależy od konsumenta, jego wyborów oraz zapotrzebowania na określony rodzaj żywności. Niezależnie jednak od modelu produkcji, podstawowym i niezmiennym celem rolnictwa pozostaje wytwarzanie żywności w sposób zapewniający bezpieczeństwo żywnościowe społeczeństw.

Rolnictwo regeneratywne wpisuje się w ten cel jako podejście, a nie alternatywa dla produkcji. Nie neguje potrzeby efektywności ani skali, lecz proponuje inny sposób osiągania wyników – poprzez lepsze wykorzystanie procesów biologicznych i naturalnych mechanizmów funkcjonowania gleby oraz całego agroekosystemu. Stopień zaawansowania praktyk regeneratywnych może być bardzo różny i zależny od warunków lokalnych, struktury gospodarstw oraz celów produkcyjnych.

W krajach o mniejszej powierzchni i ograniczonym areale gruntów rolnych dominuje potrzeba intensywnej produkcji, nastawionej na maksymalizację plonów przy możliwie najniższych nakładach jednostkowych. W takich systemach rolnictwo regeneratywne często rozpoczyna się od małych kroków – pojedynczych pól lub fragmentów gospodarstwa – traktowanych jako przestrzeń do testowania nowych rozwiązań. Dopiero po uzyskaniu pozytywnych efektów praktyki te są stopniowo przenoszone na większe areale.

Odmienne wygląda to w krajach dysponujących dużymi powierzchniami gospodarstw i rozległymi polami. Tam skala produkcji pozwala na inny model efektywności – niekoniecznie oparty na maksymalizacji plonu z jednostki powierzchni, lecz na ograniczaniu kosztów i nakładów dzięki dużym arealom. Rolnictwo regeneratywne w takich warunkach wykorzystuje potencjał skali, m.in. poprzez stosowanie maszyn o znacznie większych szerokościach roboczych, co umożliwia wykonanie prac polowych w krótszym czasie w przeliczeniu na hektar oraz lepsze dopasowanie terminów agrotechnicznych.

Niezależnie od wielkości gospodarstwa czy przyjętego modelu produkcji, rolnictwo regeneratywne nie jest koncepcją zero-jedynkową. Może być wdrażane stopniowo, w różnym zakresie i z różną intensywnością, w zależności od możliwości technicznych, ekonomicznych oraz doświadczenia rolnika. Często w gospodarstwach wyznacza się ambitne cele, które w teorii wydają się logiczne i osiągalne. Praktyka pokazuje jednak, że istnieje czynnik, który w największym stopniu determinuje powodzenie wszelkich założeń produkcyjnych.

Tym czynnikiem jest pogoda. Niezależnie od przyjętej strategii, poziomu wiedzy czy zastosowanych technologii, warunki atmosferyczne pozostają elementem nie w pełni przewidywalnym i często decydującym o końcowym sukcesie lub porażce. Rolnictwo regeneratywne, poprzez poprawę kondycji gleby, jej zdolności do retencji wody i stabilności struktury, nie eliminuje ryzyka pogodowego, lecz może zwiększać odporność systemów

produkcyjnych na jego negatywne skutki. W tym kontekście regeneracja staje się narzędziem zarządzania ryzykiem, a nie jedynie ideą środowiskową.

Chapter: 1

Historia rolnictwa regeneratywnego

1.1 Historia rolnictwa regeneratywnego

Rolnictwo regeneratywne, choć w ostatnich latach zyskało szczególną popularność, ma korzenie sięgające wielu dziesięcioleci, a jego rozwój jest wynikiem ewolucji myślenia o rolnictwie i ochronie środowiska. Tradycyjnie rolnictwo skupiało się na maksymalizacji plonów przy wykorzystaniu dostępnych technologii, często kosztem degradacji gleby, spadku bioróżnorodności i wyczerpania zasobów naturalnych. Pojęcie rolnictwa regeneratywnego powstało w odpowiedzi na potrzebę odbudowy tych zasobów i zwiększenia odporności systemów produkcyjnych.

1.2 Początki i inspiracje

Pierwsze idee związane z regeneracją gleby pojawiły się w XX wieku w USA i Australii, gdzie rolnicy i naukowcy zaczęli zauważać skutki nadmiernej intensyfikacji produkcji: erozję gleby, spadek jej żyzności i wzrost podatności upraw na susze i choroby. W latach 60. i 70. XX wieku pojawiły się pierwsze publikacje i eksperymenty dotyczące minimalizacji uprawy, stosowania roślin okrywowych i wprowadzania płodozmianu, które stały się fundamentem nowoczesnego rolnictwa regeneratywnego.

W tym czasie rolnicy w regionach północno-zachodnich Stanów Zjednoczonych zaczęli stosować technikę No-Till, co pozwalało ograniczyć erozję gleby i poprawić jej strukturę, jednocześnie redukując koszty pracy i paliwa. W Australii, w kontekście dużych gospodarstw wielkoobszarowych, rozwój rolnictwa regeneratywnego był odpowiedzią na ekstremalne warunki klimatyczne i ograniczenia wodne.

1.3 Rozwój koncepcji i badań naukowych

W kolejnych dekadach rolnictwo regeneratywne zyskało silniejsze wsparcie naukowe. W latach 80. i 90. XX wieku zaczęto systematycznie badać wpływ praktyk regeneracyjnych na zdrowie gleby, retencję wody, bioróżnorodność i efektywność nawożenia. Powstały pierwsze programy edukacyjne i doradcze, które propagowały zintegrowane podejście do produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz stosowanie roślin okrywowych.

Równolegle w Europie pojawiały się inicjatywy związane z rolnictwem ekologicznym i ochroną środowiska, które stanowiły punkt odniesienia dla wdrażania praktyk regeneracyjnych w mniejszych gospodarstwach. W tym kontekście rolnictwo regeneratywne zaczęło być

postrzegane nie tylko jako narzędzie produkcji, ale także sposób na poprawę odporności systemów rolniczych wobec zmieniającego się klimatu i presji ekonomicznej.

1.4 Współczesny rozwój i globalne wdrożenia

Od początku XXI wieku rolnictwo regeneratywne stało się globalnym ruchem, łączącym praktyków, naukowców i przedsiębiorców. Zyskało na znaczeniu w Ameryce Północnej, Australii, Ameryce Południowej oraz Europie, w tym w Polsce, gdzie coraz więcej gospodarstw wdraża elementy regeneracyjne w celu poprawy jakości gleby i zwiększenia stabilności produkcji.

Współczesne podejście do rolnictwa regeneratywnego obejmuje nie tylko uprawę roli i płodozmian, lecz także integrację produkcji zwierzęcej, stosowanie roślin okrywowych, minimalizację uprawy mechanicznej oraz zarządzanie wodą i składnikami odżywczymi. Globalny rozwój praktyk regeneracyjnych pokazuje, że niezależnie od skali i regionu, kluczowym czynnikiem sukcesu pozostaje odpowiednie podejście rolnika oraz dostosowanie systemu do lokalnych warunków.

1.5 Wnioski z historii

Historia rolnictwa regeneratywnego pokazuje, że jest ono odpowiedzią na problemy wynikające z tradycyjnej, intensywnej produkcji. Jego rozwój był stopniowy, wynikający z obserwacji skutków degradacji gleby i potrzeby tworzenia bardziej odpornych systemów produkcyjnych. Dzisiejsze praktyki regeneratywne łączą wieloletnie doświadczenie z nowoczesną wiedzą naukową, stanowiąc fundament zrównoważonego i odpornego rolnictwa na całym świecie.

Chapter 2:

Elementy produkcji Regeneratywnej

2.1 Elementy produkcji Regeneratywnej

Rolnictwo regeneratywne opiera się na zestawie powiązanych ze sobą praktyk i strategii, które mają na celu odbudowę żyzności gleby, zwiększenie różnorodności biologicznej oraz poprawę odporności systemu produkcyjnego.

Każdy element produkcji regeneratywnej pełni określoną funkcję i wpływa zarówno na efektywność gospodarstwa, jak i na jego długoterminową stabilność.

2.1.1 Gleba jako najważniejsze narzędzie rolnika

Gleba jest podstawowym i jednocześnie najcenniejszym narzędziem, jakim dysponuje rolnik. To ona stanowi fundament całego systemu produkcji rolniczej, niezależnie od skali gospodarstwa, rodzaju upraw czy warunków klimatycznych. W rolnictwie regeneratywnym

gleba nie jest postrzegana wyłącznie jako podłoże do wzrostu roślin, lecz jako żywy, dynamiczny ekosystem, którego kondycja decyduje o efektywności produkcji, stabilności plonów oraz odporności gospodarstwa na czynniki zewnętrzne.

Jednym z kluczowych elementów zdrowej gleby jest jej aktywność biologiczna. Mikroorganizmy glebowe, grzyby mikoryzowe, dżdżownice i inne organizmy odpowiadają za obieg składników pokarmowych, budowanie struktury agregatowej oraz tworzenie warunków sprzyjających rozwojowi systemu korzeniowego roślin. Rolnictwo regeneratywne koncentruje się na tworzeniu środowiska, w którym te procesy mogą zachodzić w sposób naturalny, przy minimalnej ingerencji mechanicznej i chemicznej.

Szczególne znaczenie ma struktura gleby i jej zdolność do magazynowania wody. W warunkach coraz częstszych okresów suszy oraz intensywnych opadów dobrze funkcjonująca gleba działa jak bufor – potrafi zatrzymać wodę w czasie jej nadmiaru i udostępnić ją roślinom w okresach deficytu. Praktyki regeneratywne, takie jak ograniczenie intensywnej uprawy mechanicznej, stosowanie roślin okrywowych czy pozostawianie resztek poźniwnych, bezpośrednio wpływają na poprawę tej funkcji.

Gleba pełni również kluczową rolę w ekonomice gospodarstwa. Jej dobra kondycja pozwala na efektywniejsze wykorzystanie składników pokarmowych, ograniczenie strat nawozów oraz zmniejszenie zależności od zewnętrznych środków produkcji. W wielu obserwowanych gospodarstwach regeneratywnych poprawa jakości gleby przekładała się na bardziej stabilne wyniki produkcyjne oraz większą przewidywalność kosztów, co ma istotne znaczenie w warunkach zmiennej sytuacji rynkowej.

W praktyce rolniczej gleba jest także elementem najbardziej wrażliwym na błędy zarządcze. Nadmierna intensyfikacja, niewłaściwe terminy prac polowych czy brak ochrony powierzchni gleby mogą prowadzić do jej degradacji, zagęszczenia i spadku aktywności biologicznej. Rolnictwo regeneratywne zakłada, że każda decyzja podejmowana w gospodarstwie – od doboru maszyn, przez płodozmian, po sposób zarządzania resztkami poźniwnymi – powinna być oceniana pod kątem jej wpływu na glebę.

Należy również podkreślić, że gleba nie reaguje natychmiast. Proces jej odbudowy jest długotrwały i wymaga konsekwencji oraz cierpliwości. Efekty działań regeneratywnych często widoczne są stopniowo, a ich tempo zależy od warunków klimatycznych, historii użytkowania pola oraz intensywności wdrażanych praktyk. W tym kontekście gleba staje się wskaźnikiem długofalowego podejścia do gospodarowania, a nie narzędziem krótkoterminowej optymalizacji.

Rolnictwo regeneratywne traktuje więc glebę nie tylko jako zasób produkcyjny, lecz jako kapitał, który może być odbudowywany lub tracony w zależności od podejmowanych decyzji. Właściwe zarządzanie glebą zwiększa odporność całego systemu rolniczego na nieprzewidywalność pogody, presję ekonomiczną oraz zmieniające się wymagania rynku, czyniąc ją kluczowym elementem nowoczesnego i odpowiedzialnego rolnictwa.

2.1.2 Węgiel w glebie jako fundament regeneracji

Wskaźnikiem zdrowia gleby w rolnictwie regeneratywnym jest zawartość węgla organicznego. Węgiel pełni w glebie funkcję strukturotwórczą, biologiczną i magazynującą – wpływa na tworzenie agregatów glebowych, aktywność mikroorganizmów oraz zdolność gleby do zatrzymywania wody i składników pokarmowych. Jego obecność jest bezpośrednim efektem procesów biologicznych zachodzących w glebie, a nie jedynie wynikiem zewnętrznych nakładów.

Rolnictwo regeneratywne dąży do zwiększania zawartości węgla w glebie poprzez maksymalizację okresu aktywnej fotosyntezy oraz dostarczanie materii organicznej w formie resztek poźniwnych, roślin okrywowych i odpowiednio ułożonego płodozmianu. Każda roślina, poprzez wydzieliny korzeniowe, staje się źródłem energii dla mikroorganizmów glebowych, które przekształcają związki węgla w trwałą materię organiczną. W tym ujęciu gleba funkcjonuje jako aktywny magazyn energii, a nie pasywny substrat.

Zwiększanie zawartości węgla organicznego ma bezpośrednie przełożenie na praktyczne aspekty produkcji. Gleby bogatsze w węgiel charakteryzują się lepszą strukturą, większą porowatością oraz wyższą zdolnością retencji wody, co ma szczególne znaczenie w warunkach nieregularnych opadów i okresów suszy.

Węgiel w glebie odgrywa również istotną rolę w bilansie składników pokarmowych. Materia organiczna stanowi rezerwuar azotu, fosforu i mikroelementów, które są stopniowo udostępniane roślinom w miarę aktywności biologicznej gleby. Dzięki temu rolnictwo regeneratywne może prowadzić do bardziej efektywnego wykorzystania nawozów oraz ograniczenia strat składników, co przekłada się na obniżenie kosztów produkcji.

Należy jednak podkreślić, że odbudowa zasobów węgla w glebie jest procesem długofalowym i silnie uzależnionym od warunków klimatycznych, typu gleby oraz historii jej użytkowania. Nie jest to działanie jednorazowe ani możliwe do przyspieszenia poprzez pojedynczy zabieg agrotechniczny. Wymaga konsekwentnego podejścia, ochrony powierzchni gleby oraz ograniczenia praktyk prowadzących do nadmiernej mineralizacji materii organicznej.

W kontekście rolnictwa regeneratywnego węgiel w glebie nie powinien być postrzegany wyłącznie jako element dyskusji klimatycznej, lecz przede wszystkim jako praktyczny wskaźnik jakości zarządzania glebą. Jego obecność i stabilność świadczą o zdolności systemu rolniczego do samoregulacji, odporności na stresy środowiskowe oraz długoterminowej produktywności.

2.1.3 Struktura gleby i woda – klucz do stabilności produkcji

Struktura gleby ma bezpośredni wpływ na sposób, w jaki gleba reaguje na opady, suszę oraz intensywność użytkowania rolniczego. Dobrze ukształtowana struktura agregatowa umożliwia szybkie wsiąkanie wody opadowej, ogranicza spływ powierzchniowy oraz zmniejsza ryzyko

erozji. Jednocześnie pozwala na magazynowanie wody w profilu glebowym, dzięki czemu rośliny mogą z niej korzystać w okresach deficytu.

Rolnictwo regeneratywne koncentruje się na odbudowie struktury gleby poprzez minimalizowanie jej mechanicznego naruszania oraz zapewnienie stałej ochrony powierzchni gleby. Pozostawianie resztek poźniwnych, stosowanie roślin okrywowych i utrzymywanie żywych korzeni w glebie przez jak najdłuższy okres roku sprzyjają tworzeniu stabilnych agregatów glebowych. W praktyce przekłada się to na większą odporność pól zarówno na intensywne opady, jak i długotrwałe okresy bezdeszczowe.



Figure 1: Rumunia 2024 – Pęknięcia gleby (source: Author)

2.1.4 Biologia gleby w praktyce rolniczej

Biologia gleby stanowi niewidoczny, lecz kluczowy element systemu rolniczego. Mikroorganizmy glebowe odpowiadają za rozkład materii organicznej, udostępnianie składników pokarmowych oraz budowanie relacji symbiotycznych z roślinami. W rolnictwie regeneratywnym celem nie jest bezpośrednie „sterowanie” biologią gleby, lecz stworzenie warunków sprzyjających jej naturalnemu rozwojowi.

Ograniczenie intensywnej uprawy mechanicznej, redukcja stresu chemicznego oraz zwiększenie różnorodności gatunkowej w płodozmianie, sprzyjają rozwojowi złożonych sieci biologicznych w glebie. Szczególną rolę odgrywają grzyby mikoryzowe, które zwiększają

zasięg systemu korzeniowego roślin i poprawiają ich dostęp do wody oraz składników pokarmowych. W praktyce gospodarstw regeneratywnych biologia gleby staje się jednym z głównych czynników decydujących o efektywności nawożenia i zdrowotności roślin.



Figure 2: Korzenie roślin (source: Author)

2.1.5 Ochrona gleby jako element zarządzania ryzykiem

Gleba jest jednym z najważniejszych elementów zarządzania ryzykiem w gospodarstwie rolnym. Jej kondycja decyduje o tym, jak system produkcji reaguje na czynniki losowe, takie jak nieprzewidywalna pogoda, zmiany cen środków produkcji czy presja chorób i szkodników. Rolnictwo regeneratywne traktuje ochronę gleby jako inwestycję w stabilność i odporność całego gospodarstwa.

Dobrze funkcjonująca gleba ogranicza skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych, zmniejsza wahania plonów i pozwala na bardziej elastyczne podejmowanie decyzji agrotechnicznych. W wielu przypadkach gospodarstwa stosujące praktyki regeneratywne są w stanie szybciej reagować na zmieniające się warunki, ponieważ ich gleby lepiej znoszą opóźnienia siewów, intensywne opady czy okresowe niedobory wody.

2.1.6 Gleba jako kapitał długoterminowy gospodarstwa

W ujęciu regeneratywnym gleba nie jest kosztem ani zasobem jednorazowym, lecz kapitałem, którego wartość może rosnąć lub maleć w zależności od podejmowanych decyzji. Każdy sezon

produkcyjny pozostawia trwały ślad w glebie, wpływając na jej strukturę, biologię i zasoby materii organicznej.

Budowanie wartości tego kapitału wymaga myślenia długofalowego, wykraczającego poza pojedynczy sezon czy konkretną uprawę. Rolnictwo regeneratywne zachęca do oceny działań nie tylko przez pryzmat bieżącego plonu, lecz także przez ich wpływ na przyszłą produktywność i odporność systemu. W tym kontekście gleba staje się centralnym elementem strategii gospodarstwa, łączącym cele produkcyjne, ekonomiczne i środowiskowe.

2.2 Rośliny okrywowe w produkcji regeneratywnej

Rośliny okrywowe odgrywają kluczową rolę w systemach rolnictwa regeneratywnego, stanowiąc jedno z najważniejszych narzędzi poprawy jakości gleby, zwiększenia jej bioróżnorodności oraz ograniczenia negatywnego wpływu intensywnej produkcji rolniczej. Ich wprowadzenie pozwala nie tylko na ochronę gleby, lecz także na poprawę efektywności nawożenia, retencji wody i odporności systemów produkcyjnych na stresy środowiskowe.

2.2.1 Funkcje roślin okrywowych w gospodarstwie

Rośliny okrywowe pełnią wiele istotnych funkcji w gospodarstwie:

- Ochrona gleby przed erozją i wypłukiwaniem składników pokarmowych – ich obecność w okresie, gdy główne uprawy nie zajmują pola, zmniejsza straty gleby i składników pokarmowych.
- Poprawa struktury gleby – system korzeniowy roślin okrywowych napowietrza glebę, zwiększa jej porowatość oraz wspomaga rozwój mikroorganizmów glebowych.
- Większa bioróżnorodność i ograniczenie chwastów – gęsto rosnące okrywowe konkurują z chwastami, a różnorodność gatunkowa wspiera ekosystem mikrobiologiczny i zwierzęcy.
- Utrzymanie wilgotności gleby – rośliny okrywowe zmniejszają parowanie wody, co jest szczególnie istotne w regionach narażonych na susze.

2.2.2 Wybór gatunków i ich zastosowanie

Dobór gatunków roślin okrywowych zależy od wielu czynników: rodzaju gleby, klimatu, typu gospodarstwa i celów produkcyjnych. W gospodarstwach regeneratywnych obserwowanych w różnych częściach świata najczęściej stosuje się:

- Rośliny strączkowe (np. facelia, łubin, wyka) – wiążą azot z atmosfery, wzbogacając glebę w ten składnik.
- Rośliny zbożowe (np. owies, żyto) – tworzą gęstą pokrywę, dobrze chronią glebę i hamują rozwój chwastów.
- Mieszanki wielogatunkowe – połączenie roślin strączkowych, traw i zbożowych zwiększa efektywność biologiczną gleby, poprawia strukturę i różnorodność mikrobiologiczną.

Dobór gatunków może być sezonowy (np. międzyplony w okresie po zbiorze głównych upraw) lub stały (pokrywa gleby utrzymywana przez większość roku w systemach intensywnie regeneratywnych).

2.2.3 Zastosowanie praktyczne w różnych regionach

W Europie, szczególnie w gospodarstwach w Polsce, Niemczech, Francji czy Holandii, rośliny okrywowe są coraz częściej wprowadzane w płodozmianie jako element poprawiający zdrowie gleby i zmniejszający straty składników pokarmowych. W gospodarstwach wielkoobszarowych w Brazylii, Australii czy Rumunii praktyka ta ma charakter strategiczny – pozwala ograniczyć czas i koszty zabiegów mechanicznych, a także chroni glebę na dużych powierzchniach, gdzie intensywna uprawa nie jest możliwa lub jest ograniczona do minimum (np. No-Till).



Figure 3: Francja – międzyplony – pole uprawne (source: Author)



Figure 4: Teksas (USA) – międzyplony w sadzie (source: Author)



Figure 5: Szkocja – międzyplony – pole uprawne (source: Author)

2.2.4 Korzyści ekonomiczne i środowiskowe

Wprowadzenie roślin okrywowych w gospodarstwach regeneratywnych przynosi wymierne korzyści:

- Redukcja kosztów nawożenia dzięki wiązaniu azotu przez rośliny strączkowe.
- Ograniczenie erozji i poprawa retencji wody, co zmniejsza straty plonów i zwiększa odporność systemu na susze i intensywne opady.
- Zmniejszenie liczby zabiegów herbicydowych, dzięki naturalnej konkurencji roślin okrywowych z chwastami.
- Wzrost produktywności gleby w średnim i długim okresie, co przekłada się na lepsze wyniki ekonomiczne gospodarstwa.

2.2.5 Wnioski i perspektywy

Rośliny okrywowe stanowią jedno z podstawowych narzędzi rolnictwa regeneratywnego, umożliwiając połączenie efektywności produkcji z ochroną środowiska. Ich skuteczne stosowanie wymaga jednak dopasowania gatunków do lokalnych warunków, monitorowania efektów biologicznych i elastycznego planowania w kontekście płodozmianu i systemów uprawy. W perspektywie przyszłości praktyki te będą odgrywać coraz większą rolę, zarówno w gospodarstwach wielkoobszarowych, jak i średnich, niezależnie od regionu świata.

2.3 Struktura upraw a rolnictwo regeneratywne

Struktura upraw jest jednym z kluczowych elementów determinujących sposób funkcjonowania gospodarstw rolnych oraz możliwości wdrażania praktyk regeneratywnych. Dobór gatunków, ich udział w płodozmianie oraz skala dominacji określonych grup roślin mają bezpośredni wpływ na zdrowie gleby, bioróżnorodność, stabilność plonów oraz ekonomię produkcji.

2.3.1 Globalna struktura upraw – dominacja kilku gatunków

Na poziomie globalnym struktura upraw jest silnie skoncentrowana wokół kilku podstawowych grup roślin. Zdecydowanie największy udział w światowym areale upraw mają zboża, które stanowią fundament bezpieczeństwa żywnościowego i paszowego.

Według danych FAO (FAOSTAT), łączna powierzchnia upraw zbóż na świecie wynosi około 730–740 mln hektarów, co odpowiada ponad połowie całkowitej powierzchni gruntów ornych. Do najważniejszych gatunków należą:

- pszenica,
- kukurydza,
- ryż.

Kolejną istotną grupą są rośliny oleiste, w szczególności soja, rzepak i palma olejowa, które zajmują łącznie ponad 300 mln hektarów. Ważną rolę odgrywają również rośliny pastewne,

strączkowe oraz okopowe, jednak ich udział powierzchniowy jest znacznie mniejszy w porównaniu do zbóż.

Udział głównych grup roślin w strukturze upraw na świecie (%)

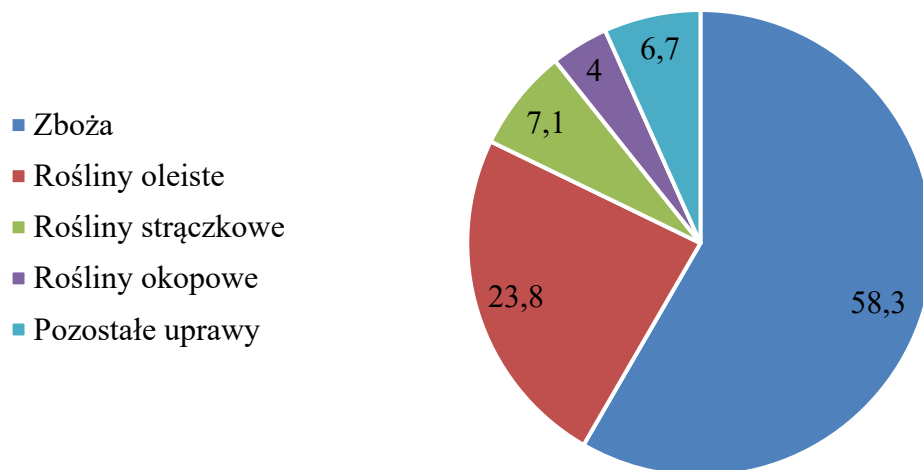


Figure 6: Udział głównych grup roślin w strukturze upraw na świecie

Taka struktura pokazuje, że światowe rolnictwo opiera się w dużej mierze na wąskiej grupie gatunków, co ma istotne konsekwencje środowiskowe i produkcyjne.

2.3.2 Monokultura i jej znaczenie w kontekście regeneracji

Dominacja zbóż i roślin oleistych sprzyja powstawaniu systemów monokulturowych, szczególnie w gospodarstwach wielkoobszarowych. Monokultury umożliwiają uproszczenie technologii produkcji i łatwiejszą mechanizację, jednak długofalowo prowadzą do:

- spadku bioróżnorodności
- pogorszenia struktury gleby,
- wzrostu presji chorób i chwastów,
- większej zależności od zewnętrznych nakładów.

Rolnictwo regeneratywne nie neguje potrzeby uprawy zbóż czy soi, lecz podkreśla konieczność przemysłanej dywersyfikacji, nawet w systemach zdominowanych przez jeden kierunek produkcji.

2.3.3 Struktura upraw a możliwości wdrażania praktyk regeneratywnych

Rodzaj i udział poszczególnych upraw w gospodarstwie bezpośrednio wpływają na zakres możliwych działań regeneratywnych. W systemach zdominowanych przez zboża kluczowe znaczenie mają:

- płodozmiany,
- międzyplony i rośliny okrywowe,
- włączanie roślin strączkowych,
- ograniczanie intensywnej uprawy roli.

Z obserwacji wynika, że nawet niewielka zmiana struktury upraw — np. wprowadzenie międzyplonów lub mieszanek wielogatunkowych — może znacząco poprawić funkcjonowanie gleby i stabilność systemu produkcyjnego.

2.3.4 Regionalne różnice w strukturze upraw

Struktura upraw różni się istotnie w zależności od regionu świata. W Europie dominują zboża ozime i jare oraz rzepak, przy stosunkowo intensywnej produkcji nastawionej na wysokie plony z hektara. W Ameryce Południowej i Australii również dominują zboża, natomiast swój udział w strukturze mają m.in. bawełna, sorgo, często uprawiane w systemach uproszczonych lub bezorkowych.

Rolnictwo regeneratywne dostosowuje się do tych różnic, oferując elastyczne podejście, w którym kluczowe znaczenie ma nie sam gatunek, lecz sposób jego uprawy i miejsce w całym systemie produkcyjnym.

2.3.5 Znaczenie struktury upraw dla długoterminowej stabilności gospodarstw

Z punktu widzenia rolnictwa regeneratywnego struktura upraw powinna sprzyjać:

- odbudowie żyzności gleby,
- zwiększeniu odporności systemu na zmiany klimatu,
- ograniczeniu ryzyka produkcyjnego,
- stabilności ekonomicznej gospodarstwa.

Nie oznacza to rezygnacji z dominujących gatunków, lecz świadome zarządzanie ich udziałem i uzupełnianie systemu o elementy wspierające procesy biologiczne. W tym kontekście struktura upraw staje się nie tylko wynikiem warunków rynkowych, ale również narzędziem zarządzania zasobami naturalnymi.

2.4 Produkcja zwierzęca w rolnictwie regeneratywnym

Produkcja zwierzęca odgrywa istotną rolę w systemach rolnictwa regeneratywnego, zwłaszcza tam, gdzie ukształtowanie terenu, warunki klimatyczne lub specyfika gospodarstwa ograniczają możliwości produkcji roślinnej. Integracja hodowli zwierząt z uprawą roślin pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów naturalnych, poprawę zdrowia gleby oraz zwiększenie stabilności i efektywności gospodarstwa.

2.4.1 Integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej

Kluczową zasadą jest powiązanie hodowli zwierząt z produkcją roślinną w sposób, który wspiera oba systemy. Zwierzęta dostarczają naturalnego nawozu w postaci obornika, przyczyniając się do odbudowy materii organicznej w glebie i zwiększenia żyzności. W zamian,

rośliny uprawiane w systemach regeneracyjnych zapewniają paszę oraz okrywę dla zwierząt, a także ograniczają erozję gleby i zwiększają bioróżnorodność.

2.4.2 Korzyści ekologiczne i produkcyjne

Integracja produkcji zwierzęcej w systemach regeneratywnych przynosi wiele korzyści:

- Poprawa jakości gleby – obornik zwierzęcy wzbogaca glebę w materię organiczną i mikroorganizmy.
- Redukcja strat składników pokarmowych – w naturalny sposób nawożone pola ograniczają konieczność stosowania syntetycznych nawozów.
- Stabilizacja systemu produkcyjnego – rotacja zwierząt i uprawy pasz zwiększa odporność gospodarstwa na zmienne warunki pogodowe i choroby roślin.
- Efektywne wykorzystanie terenów nieuprawnych – pastwiska, pagórkowate i częściowo zadrzewione obszary znajdują praktyczne zastosowanie w produkcji zwierzęcej.

2.4.3 Wyzwania i ograniczenia

Mimo licznych korzyści, produkcja zwierzęca w systemach regeneratywnych wymaga odpowiedniego planowania:

- Kontrola pogłowia i rotacji zwierząt – aby uniknąć nadmiernego wypasu i degradacji pastwisk.
- Dostosowanie do klimatu i ukształtowania terenu – w regionach suchych lub ekstremalnie zimnych nie wszystkie gatunki zwierząt będą optymalne.
- Zarządzanie integracją z uprawami roślinnymi – niewłaściwe rozmieszczenie pastwisk i pól uprawnych może prowadzić do nierównomiernego nawożenia i problemów w płodozmianie.

2.5 Systemy uprawy w rolnictwie regeneratywnym

Systemy uprawy roli w rolnictwie regeneratywnym obejmują różne metody mechanicznej ingerencji w glebę, mające na celu przygotowanie jej do siewu lub sadzenia roślin przy jednoczesnym zachowaniu zdrowia gleby, struktury gleby i jej żyzności. W ramach tych systemów wyróżnia się podejścia o różnym stopniu ingerencji – od tradycyjnej głębokiej orki, przez uprawę uproszczoną, aż po systemy minimalnej ingerencji, takie jak No-Till.

2.5.1 Uprawa tradycyjna

Uprawa tradycyjna polega na głębokiej mechanicznej obróbce gleby, zwykle poprzez orkę, bronowanie i wałowanie. Jest to klasyczna metoda stosowana od wielu dziesięcioleci w celu:

- rozluźnienia gleby i poprawy jej struktury,
- niszczenia chwastów i resztek po poprzednich uprawach,

- przygotowania gleby pod wysiew i wprowadzenie nawozów organicznych lub mineralnych.

Zalety: dobra kontrola chwastów, poprawa struktury ciężkich gleb.

Wady: wysoki koszt paliwa i pracy, ryzyko erozji gleby, utrata materii organicznej przy częstych zabiegach.

2.5.2 Uprawa uproszczona (minimum tillage, strip-till)

Uprawa uproszczona ogranicza liczbę i głębokość zabiegów mechanicznych. W tym systemie pozostawia się część gleby nieuprawianej lub stosuje uprawę pasową (strip-till), co pozwala zachować część resztek po poprzednich uprawach i materii organicznej.

Zalety: ograniczenie erozji, zmniejszenie kosztów paliwa i pracy, poprawa zdrowia gleby.

Wady: konieczność dodatkowej kontroli chwastów w strefach nieuprawianych, dostosowanie sprzętu do siewu w pasach.

2.5.3 Uprawa bezorkowa (No-Till)

Uprawa bezorkowa (No-Till) minimalizuje mechaniczne zabiegi, wysiewając nasiona bezpośrednio w pole po zbiorze poprzedniej uprawy. System ten wspiera odbudowę gleby poprzez zachowanie struktury, materii organicznej i życia mikrobiologicznego.

Zalety: ochrona gleby przed erozją, poprawa retencji wody, niższe koszty pracy i paliwa, zwiększenie odporności systemu na zmienne warunki.

Wady: wymaga specjalistycznego sprzętu i wiedzy, początkowe wyzwania w kontroli chwastów i chorób roślin.

2.5.4 Porównanie systemów uprawy roli

Tabela 1. Porównanie systemów uprawy roli

Cecha	Uprawa tradycyjna	Uprawa uproszczona	Uprawa bezorkowa (No-Till)
Stopień ingerencji w glebę	Wysoki	Umiarkowany	Minimalny
Zachowanie resztek poźniwnych	Niskie	Średnie	Wysokie
Koszt pracy i paliwa	Wysoki	Średni	niski
Ryzyko erozji gleby	Wysokie	Umiarkowane	Niskie
Wpływ na materię organiczną	Spadek	Stabilizacja	Wzrost
Efektywność w długim okresie	Umiarkowana	Dobra	wysoka

Chapter 3:

Rolnictwo regeneratywne w praktyce – różne warunki, różne rozwiązania

Rolnictwo regeneratywne jest elastycznym podejściem, które przybiera różne formy w zależności od warunków środowiskowych, struktury gospodarstw, zasobów dostępnych dla rolnika oraz wymagań rynku. W praktyce oznacza to, że nie istnieje jeden uniwersalny model – zamiast tego obserwujemy szerokie spektrum rozwiązań, dostosowanych do lokalnych realiów.

W krajach o mniejszych arealach, takich jak Polska, Holandia czy Francja, rolnictwo regeneratywne często rozpoczyna się od eksperymentów na niewielkich polach. Rolnicy testują różne kombinacje roślin okrywowych, płodozmianu, minimalnej uprawy czy biologizacji nawożenia, zanim wdrożą te praktyki na większych powierzchniach. Dzięki temu mogą obserwować efekty i uczyć się reakcji gleby i roślin w kontrolowanych warunkach. W takich systemach kluczowa jest intensywna obserwacja, precyzyjne prowadzenie prac polowych i szybka reakcja na nieprzewidywalną pogodę.

W krajach dysponujących dużymi powierzchniami gospodarstw i pól, takich jak Brazylia, Rumunia, Teksas czy Australia, regeneracja gleby i systemów produkcji jest realizowana na znacznie większą skalę. W tych warunkach wykorzystuje się maszyny o dużych szerokościach roboczych, co pozwala wykonać prace polowe szybciej i efektywniej w przeliczeniu na hektar. Rolnicy mogą sobie pozwolić na mniejszy plon z jednostki powierzchni, gdyż dzięki dużym arealom utrzymują wysoką całkowitą produkcję przy niższych kosztach jednostkowych. W takich gospodarstwach rolnictwo regeneratywne nie jest eksperymentem, lecz w pełni funkcjonującym systemem. Występuje natomiast ryzyko, gdzie popełniony błąd może skutkować obniżeniem wyniku w skali całego gospodarstwa.

Różnorodność podejść wynika również z odmiennych warunków klimatycznych i glebowych. W regionach suchych i półpustynnych, takich jak Teksas, Rumunia czy Australia, nacisk kładzie się na retencję wody, budowanie materii organicznej w glebie oraz minimalizowanie parowania. W klimatach umiarkowanych i deszczowych, takich jak Irlandia czy Wielka Brytania, większą rolę odgrywa ograniczenie erozji, utrzymanie trwałych użytków zielonych i poprawa struktury gleby w warunkach intensywnych opadów. W tropikach, np. w Brazylii, praktyki regeneratywne głównie stosowane są w zakresie roślin okrywowych oraz minimalizowania głębokiej uprawy mające na celu również odbudowę bioróżnorodności w systemach rolniczych.

Podczas podróży obserwowałem także różne podejścia do wdrażania rolnictwa regeneratywnego w zależności od celów gospodarstwa. W mniejszych systemach rolnicy często stawiają na intensyfikację nauki i dokładne testowanie nowych metod, traktując pola jako laboratoria. W większych gospodarstwach celem jest utrzymanie równowagi pomiędzy wydajnością, kosztami i zdrowiem gleby przy dużej skali produkcji.

W każdym przypadku jeden czynnik pozostaje niezmienny – pogoda. Niezależnie od lokalizacji, struktury gospodarstwa czy przyjętej strategii, warunki atmosferyczne w największym stopniu determinują powodzenie lub porażkę praktyk regeneratywnych. Rolnictwo regeneratywne, poprzez poprawę kondycji gleby i zdolności do retencji wody, zwiększa odporność systemów produkcyjnych, ale nie eliminuje całkowicie ryzyka wynikającego z nieprzewidywalnych zjawisk pogodowych.

3.1 Porównanie skali gospodarstw

3.1.1 Małe gospodarstwa i eksperymentalne wdrożenia

W mniejszych gospodarstwach, charakterystycznych dla krajów o ograniczonych arealach, rolnictwo regeneratywne często rozpoczyna się od eksperymentów na pojedynczych polach. Rolnicy testują różne kombinacje roślin okrywowych, płodozmianu i metod minimalnej uprawy, zanim wdrożą je na większą skalę. Takie podejście pozwala obserwować reakcje gleby i roślin, uczyć się w praktyce i ograniczać ryzyko niepowodzenia przy nieprzewidywalnej pogodzie.

3.1.2 Duże gospodarstwa i wykorzystanie skali

W krajach o rozległych arealach, takich jak Brazylia, Teksas czy Australia, rolnictwo regeneratywne funkcjonuje w pełnym wymiarze i w pełni wykorzystuje potencjał skali. Stosowanie maszyn o dużych szerokościach roboczych pozwala na szybkie i sprawne wykonanie prac polowych, co w przeliczeniu na hektar znacząco ogranicza koszty jednostkowe. W takich gospodarstwach możliwe jest utrzymanie niższego plonu z jednostki powierzchni przy jednoczesnym zwiększeniu całkowitej produkcji oraz optymalizacji kosztów i nakładów pracy. Należy jednak podkreślić, że skala ta niesie ze sobą również większe ryzyko – popełniony błąd agrotechniczny, niewłaściwy termin zabiegu czy błędna decyzja organizacyjna mogą zaważyć na wyniku całego gospodarstwa, a ich konsekwencje są znacznie trudniejsze i kosztowniejsze do skorygowania niż w przypadku mniejszych arealów.

3.1.3 Cele produkcyjne a regeneracja

Każde gospodarstwo wyznacza własne cele, które zależą od struktury areалу, wymagań rynku oraz potrzeb ekonomicznych. W mniejszych systemach regeneracja może pełnić funkcję eksperymentalną, testując nowe rozwiązania, zanim zostaną wdrożone szerzej. W większych gospodarstwach cele regeneracyjne są częścią codziennej produkcji, gdzie ważne jest połączenie efektywności, kosztów i zdrowia gleby w ramach pełnego systemu rolniczego.

3.2 Uprawa roli i siew w zależności od skali produkcji

System uprawy roli stanowi kluczowy element rolnictwa regeneratywnego, wpływając zarówno na strukturę gleby, obieg materii organicznej, jak i ekonomię gospodarstwa. W zależności od skali, ukształtowania terenu i dostępności maszyn stosowane są różne podejścia – od intensywnej orki po nowoczesne systemy minimalnej uprawy.

3.2.1 Uprawa No-Till w gospodarstwach wielkoobszarowych

W dużych gospodarstwach w Brazylii, Rumunii i wybranych regionach Australii dominującą praktyką jest siew bezpośredni (No-Till). Traktor wraz z siewnikiem wjeżdża na pole po zbiorze poprzedniego plonu i natychmiast wykonuje siew, bez wcześniejszego spulchniania gleby.

Zalety No-Till w dużych gospodarstwach:

- szybkie wykonanie prac polowych, co ma kluczowe znaczenie przy dużych arealach,
- ograniczenie erozji i degradacji gleby,
- zachowanie resztek poźniwnych i wzrost materii organicznej,
- redukcja kosztów paliwa i pracy operatorów.



Figure 7: Australia – siewnik No-Till o dużej szerokości roboczej (source: Author)



Figure 8: Australia – siewnik No-Till o dużej szerokości roboczej (source: Author)

Ze względu na skalę gospodarstw tradycyjne orki i głębokie uprawy są praktycznie niemożliwe lub ekonomicznie nieuzasadnione.

3.2.2 Tradycyjna intensywna uprawa w Europie

W wielu europejskich gospodarstwach, zwłaszcza w Polsce, Holandii, Francji i Wielkiej Brytanii, nadal popularna jest intensywna uprawa roli, w tym orka i głęboka uprawa.

Zalety:

- dokładne przygotowanie gleby pod siew,
- mieszanie resztek poźniwnych i poprawa przewiewności gleby,
- ograniczenie chwastów w początkowym okresie wzrostu roślin,
- możliwość precyzyjnego dopasowania siewu do warunków gleby.

Wady:

- wyższe koszty paliwa, pracy i utrzymania maszyn,
- większa liczba zabiegów zwiększa czas pracy operatorów,
- potencjalna degradacja struktury gleby i ograniczenie aktywności biologicznej.

Intensywna uprawa pozwala jednak uzyskać wyższe plony, co jest istotne w gospodarstwach europejskich, gdzie powierzchnia pól jest mniejsza, a produkcja roślinna nastawiona jest na maksymalizację jednostkowego plonu.

3.2.3 Systemy minimalnej uprawy i strip-till w Europie

Obok tradycyjnej orki, w Europie rośnie zainteresowanie systemami minimalnej uprawy, w tym strip-till, które pozwalają łączyć zalety No-Till z częściowym spulchnieniem gleby pod rzędami roślin.

Korzyści systemów minimalnej uprawy:

- zmniejszenie liczby przejazdów maszynami,
- ograniczenie erozji i degradacji gleby,
- zachowanie resztek poźniwnych,
- możliwość prowadzenia bardziej precyzyjnego siewu.



Figure 9: Anglia – siewnik No-Till o małej szerokości roboczej (source: Author)

Systemy te stanowią kompromis pomiędzy ochroną gleby a potrzebą wysokiego plonu i pozwalają stopniowo wdrażać elementy rolnictwa regeneratywnego w intensywnych systemach europejskich.

3.2.4 Porównanie kosztów i efektywności

Różne podejścia do uprawy gleby mają bezpośrednie przełożenie na ekonomię gospodarstwa:

No-Till i minimalna uprawa – ograniczają koszty paliwa, pracy i utrzymania maszyn, skracają czas pracy i zmniejszają nakłady operacyjne. Skutkują niższymi kosztami jednostkowymi, ale plony mogą być nieco niższe w pierwszych latach wdrażania.

Intensywna uprawa – generuje większe koszty produkcji, wymaga dodatkowych maszyn i operatorów, ale umożliwia uzyskanie wyższych plonów, szczególnie na mniejszych areałach typowych dla Europy.

3.2.5 Wnioski praktyczne

W gospodarstwach wielkoobszarowych No-Till pozwala na szybkie i efektywne prowadzenie upraw, co jest konieczne przy dużych powierzchniach.

W Europie, mimo rosnącej popularności minimalnej uprawy i strip-till, tradycyjna orka nadal odgrywa dużą rolę, ze względu na specyfikę gruntów i nacisk na wysokie plony.

Wdrażanie systemów regeneratywnych powinno uwzględniać skalę gospodarstwa, warunki lokalne oraz równowagę między kosztami a oczekiwanym plonem.

3.3 Połączenie produkcji roślinnej z produkcją zwierzęcą w systemach regeneratywnych

Integracja produkcji roślinnej z produkcją zwierzęcą stanowi jeden z fundamentalnych elementów rolnictwa regeneratywnego, jednak jej znaczenie i forma różnią się w zależności od warunków lokalnych. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że kierunek rozwoju gospodarstw jest w dużej mierze determinowany przez ukształtowanie terenu, możliwości mechanizacji oraz historyczne i ekonomiczne uwarunkowania regionu. W niektórych obszarach produkcja zwierzęca pełni rolę uzupełniającą, w innych natomiast stanowi podstawę funkcjonowania gospodarstw i kluczowe narzędzie regeneracji gleby.

3.3.1 Ukształtowanie terenu jako czynnik determinujący kierunek produkcji

Rzeźba terenu, nachylenie pól, obecność kamieni, skał oraz zadrzewień w istotny sposób wpływają na możliwości prowadzenia produkcji roślinnej. Obszary równinne, o jednorodnych glebach i dobrej dostępności dojazdowej, sprzyjają intensyfikacji upraw i wysokiemu poziomowi mechanizacji. Z kolei tereny pagórkowate, kamieniste lub mozaikowe znacząco ograniczają efektywność upraw polowych, co naturalnie kieruje gospodarstwa w stronę produkcji zwierzęcej.



Figure 10: Walia – ukształtowanie terenu (source: Author)

W takich warunkach decyzja o profilu produkcji nie jest wyłącznie wyborem ekonomicznym, lecz często wynika z fizycznych ograniczeń terenu. Rolnictwo regeneratywne wykorzystuje te

ograniczenia jako punkt wyjścia do budowy systemów produkcyjnych najlepiej dopasowanych do dostępnych zasobów.

3.3.2 Dominacja produkcji roślinnej w regionach o sprzyjających warunkach

W gospodarstwach zlokalizowanych w Polsce, Niemczech, Francji oraz Holandii, z moich obserwacji wynika wyraźna dominacja produkcji roślinnej. Równinne tereny, korzystne warunki glebowe oraz wysoki poziom technologii umożliwiają prowadzenie intensywnej produkcji nastawionej na maksymalizację plonów z jednostki powierzchni. Produkcja zwierzęca, jeśli występuje, jest często oddzielona organizacyjnie od upraw lub ma charakter uzupełniający.

Podobne podejście zauważyłem w Brazylii, gdzie na dużych, płaskich obszarach intensyfikacja produkcji roślinnej dominuje w strukturze gospodarstw. W takich systemach regeneracja gleby realizowana jest przede wszystkim poprzez odpowiedni płodozmian, stosowanie roślin okrywowych, ograniczenie intensywnej uprawy mechanicznej oraz precyzyjne zarządzanie nawożeniem.

3.3.3 Systemy oparte na produkcji zwierzęcej w trudniejszych warunkach terenowych

Odmienna struktura produkcji występuje w Wielkiej Brytanii, Irlandii, Teksasie oraz w wybranych regionach Australii. W tych obszarach znaczna część gruntów położona jest na terenach pagórkowatych, częściowo zadrzewionych lub zawierających liczne kamienie i skały, co w praktyce ogranicza możliwości intensywnej produkcji roślinnej.

W takich warunkach dominującą rolę odgrywa hodowla bydła mięsnego oraz owiec. Produkcja zwierzęca pozwala efektywnie zagospodarować grunty, które z punktu widzenia upraw polowych byłyby trudne lub nieopłacalne do wykorzystania. Zwierzęta stają się głównym elementem systemu produkcyjnego, a nie jedynie dodatkiem do upraw.

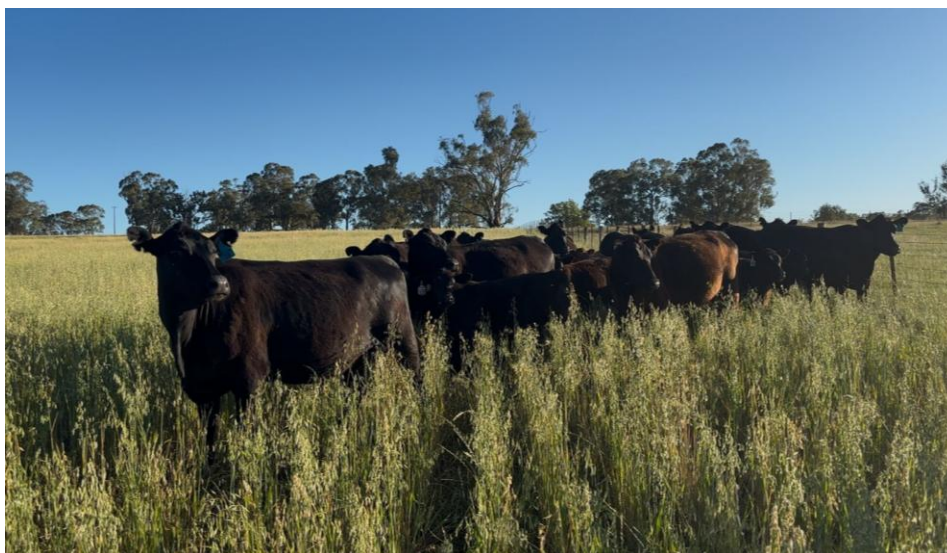


Figure 11: Wypas bydła na kontrolowanym pastwisku – Australia (source: Author)

3.3.4 Wolny wypas zwierząt jako narzędzie zagospodarowania gruntów

Na terenach o ograniczonych możliwościach mechanizacji powszechnie stosowany jest wolny wypas zwierząt. System ten umożliwia wykorzystanie naturalnych użytków zielonych bez konieczności intensywnej ingerencji mechanicznej. Zwierzęta poprzez pobieranie paszy, udeptywanie gleby oraz pozostawianie odchodów uczestniczą w naturalnym obiegu materii organicznej.

W kontekście rolnictwa regeneratywnego wolny wypas stanowi skuteczne narzędzie poprawy struktury gleby, utrzymania pokrywy roślinnej oraz ograniczenia erozji. Jednocześnie wymaga on świadomego zarządzania obsadą zwierząt i czasem wypasu, aby nie prowadzić do degradacji użytków zielonych.



Figure 12: Wypas bydła na gruntach nieużytkowych – Australia (source: Author)

3.3.5 Integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej w kontekście regeneracji gleby

Z obserwacji wynika, że integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej przybiera różne formy w zależności od regionu i struktury gospodarstwa. W gospodarstwach nastawionych na produkcję zwierzęcą uprawy pełnią często rolę paszową lub wspierającą funkcjonowanie całego systemu.

Kluczowym elementem jest dostosowanie stopnia integracji do możliwości gospodarstwa. Rolnictwo regeneratywne nie narzuca obowiązku łączenia obu kierunków produkcji, lecz wskazuje na potencjalne korzyści wynikające z zamknięcia obiegu materii i lepszego wykorzystania dostępnych zasobów.

3.3.6 Ograniczenia i możliwości wdrażania systemów mieszanych

Łączenie produkcji roślinnej i zwierzęcej wiąże się zarówno z korzyściami, jak i ograniczeniami. Do głównych barier należą kwestie organizacyjne, infrastrukturalne oraz konieczność posiadania odpowiedniej wiedzy i doświadczenia. W wielu gospodarstwach wdrożenie systemu mieszanego wymaga znaczących zmian w organizacji pracy i inwestycji.

Jednocześnie systemy mieszane oferują możliwość zwiększenia stabilności gospodarstwa, lepszego wykorzystania gruntów oraz ograniczenia zależności od zewnętrznych nakładów. W kontekście rolnictwa regeneratywnego stanowią one jeden z kierunków rozwoju, który - przy odpowiedniej adaptacji – może znacząco wspierać długoterminową trwałość gospodarstw.

Chapter 4:

Wpływ praktyk regeneratywnych na funkcjonowanie gospodarstw

Rolnictwo regeneratywne wpływa na gospodarstwa wielowymiarowo, obejmując zarówno aspekty środowiskowe, produkcyjne, jak i ekonomiczne. Jego wdrożenie zmienia sposób zarządzania glebą, roślinami i zwierzętami, a także podejście do planowania i podejmowania decyzji w codziennej pracy rolnika. Nie są to zmiany jednorazowe, lecz proces, który stopniowo przekształca całe gospodarstwo jako system produkcyjny.

4.1 Poprawa jakości gleby i zdrowia roślin

Jednym z najważniejszych efektów praktyk regeneratywnych jest odbudowa żyzności gleby. Zwiększenie zawartości materii organicznej, aktywacja życia mikrobiologicznego oraz poprawa struktury gleby przekładają się bezpośrednio na zdolność roślin do pobierania składników pokarmowych i wody. W obserwowanych gospodarstwach skutkowało to bardziej stabilnymi plonami, lepszą zdrowotnością roślin oraz ograniczeniem problemów z chorobami i szkodnikami. Gleba przestaje pełnić wyłącznie funkcję podłoża produkcyjnego, a staje się aktywnym elementem systemu rolniczego.

4.2 Zwiększenie odporności systemów produkcyjnych

Praktyki regeneratywne, takie jak stosowanie roślin okrywowych, ograniczenie intensywnej uprawy mechanicznej, integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej czy utrzymanie stałej okrywy gleby, zwiększają odporność gospodarstw na czynniki zewnętrzne. Dobrze zarządzana gleba lepiej znosi okresy suszy oraz intensywne opady, a systemy bardziej zróżnicowane biologicznie wykazują większą stabilność plonów. Dzięki temu gospodarstwa są mniej podatne na gwałtowne wahania wynikające z nieprzewidywalnych warunków pogodowych.

4.3 Efektywność ekonomiczna

Wpływ praktyk regeneratywnych na ekonomikę gospodarstw jest istotny i wieloaspektowy. Odbudowa gleby oraz poprawa jej funkcjonowania prowadzą do bardziej efektywnego wykorzystania nawozów, ograniczenia kosztów związanych z ochroną chemiczną roślin oraz zmniejszenia liczby zabiegów polowych. W większych gospodarstwach efekt ten wzmacniany jest dzięki wykorzystaniu maszyn o dużych szerokościach roboczych oraz lepszej organizacji pracy. W mniejszych gospodarstwach oszczędności wynikają głównie z precyzyjniejszego planowania, lepszej rotacji upraw i ograniczenia strat składników pokarmowych.

4.4 Zmiany w organizacji pracy i podejmowaniu decyzji

Wprowadzenie praktyk regeneratywnych wymaga od rolnika zmiany podejścia do organizacji pracy. Coraz większego znaczenia nabiera planowanie oparte na biologii gleby, obserwacji pól i elastycznym reagowaniu na warunki pogodowe. W gospodarstwach, które skutecznie wdrożyły te zasady, rolnik staje się przede wszystkim obserwatorem i menedżerem procesów zachodzących w glebie i roślinach, a nie jedynie wykonawcą zaplanowanych zabiegów. Zmiana ta wpływa na jakość decyzji oraz lepsze dopasowanie działań do aktualnych warunków.

4.5 Klimat i glebowe uwarunkowania praktyk regeneratywnych

Warunki klimatyczne i rodzaj gleby mają decydujący wpływ na kształt praktyk regeneratywnych. W regionach suchych, takich jak Teksas, Rumunia czy Australia, nacisk kładzie się na retencję wody i budowanie materii organicznej. W klimatach umiarkowanych i deszczowych, jak Irlandia, Anglia, Szkocja czy Walia, większą rolę odgrywa ochrona przed erozją, utrzymanie trwałych użytków zielonych oraz poprawa struktury gleby w warunkach intensywnych opadów. Adaptacja praktyk do lokalnych uwarunkowań jest kluczowa dla skuteczności rolnictwa regeneratywnego.

4.6 Zarządzanie ryzykiem w systemach regeneratywnych

Nieprzewidywalna pogoda pozostaje czynnikiem decydującym o powodzeniu praktyk regeneratywnych w każdym systemie. Odbudowa gleby, retencja wody i zdrowa struktura pola zwiększają odporność gospodarstw, ale nie eliminują całkowicie ryzyka. Efektywne zarządzanie ryzykiem wymaga elastyczności w planowaniu i terminach prac polowych, a także bieżącej obserwacji oraz szybkiego reagowania na zmieniające się warunki.

4.7 Wpływ na długoterminową stabilność gospodarstwa

Rolnictwo regeneratywne ma przede wszystkim charakter długofalowy. W krótkim okresie zmiany mogą wydawać się niewielkie lub wymagać większych nakładów pracy, wiedzy i obserwacji. Jednak w perspektywie kilku sezonów odbudowa gleby, poprawa jej struktury oraz wzrost odporności systemu produkcyjnego przekładają się na większą stabilność gospodarstwa – zarówno pod względem produkcji, jak i kosztów. Gospodarstwa konsekwentnie stosujące praktyki regeneratywne są lepiej przygotowane na zmienność klimatu oraz długoterminowe wyzwania stojące przed rolnictwem.

Chapter 5:

Rolnictwo regeneratywne, a zmiany klimatyczne

Zmiany klimatyczne stanowią jedno z największych wyzwań dla współczesnego rolnictwa. Coraz częstsze okresy suszy, intensywne opady, ekstremalne temperatury oraz niestabilność sezonów wegetacyjnych bezpośrednio wpływają na produkcję rolną. Rolnictwo regeneratywne nie jest odpowiedzią na klimat w sensie globalnym, lecz podejściem, które pozwala gospodarstwom lepiej funkcjonować w warunkach rosnącej zmienności pogodowej oraz ograniczać negatywne skutki zmian klimatu na poziomie lokalnym.

5.1 Zmienność pogody jako główny czynnik ryzyka w rolnictwie

Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że pogoda pozostaje czynnikiem w największym stopniu determinującym sukces lub porażkę produkcji rolniczej – niezależnie od regionu świata. Nawet najlepiej zaplanowane systemy produkcji mogą zostać zaburzone przez niekorzystny przebieg warunków atmosferycznych.

Rolnictwo regeneratywne nie eliminuje ryzyka klimatycznego, ale poprzez poprawę kondycji gleby i zwiększenie odporności systemów produkcyjnych pozwala ograniczyć skalę strat wynikających z ekstremalnych zjawisk pogodowych.

5.2 Gleba jako bufor klimatyczny

Jednym z kluczowych elementów rolnictwa regeneratywnego jest traktowanie gleby jako naturalnego bufora klimatycznego. Gleby o dobrej strukturze, wysokiej zawartości materii organicznej i aktywnym życiu biologicznym wykazują większą zdolność do magazynowania wody oraz lepszą infiltrację opadów.

W praktyce oznacza to, że:

- podczas suszy gleba dłużej utrzymuje wilgoć dostępną dla roślin,
- w okresach intensywnych opadów ograniczone jest spływanie powierzchniowe i erozja,
- system korzeniowy roślin może efektywniej funkcjonować w zmiennych warunkach.

5.3 Ograniczenie emisji i sekwestracja węgla

Praktyki regeneratywne, takie jak ograniczenie intensywnej uprawy roli, utrzymanie stałej okrywy gleby, stosowanie roślin okrywowych czy integracja produkcji zwierzęcej i roślinnej, sprzyjają zwiększeniu zawartości węgla organicznego w glebie.

Choć rolnictwo regeneratywne nie powinno być postrzegane wyłącznie jako narzędzie walki z globalnym ociepleniem, zwiększenie sekwestracji węgla w glebie stanowi istotny efekt uboczny dobrze zarządzanych systemów regeneratywnych. Jednocześnie ograniczenie liczby

przejazdów maszynami oraz zużycia paliwa przekłada się na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych na poziomie gospodarstwa.

5.4 Adaptacja zamiast maksymalizacji

W wielu obserwowanych gospodarstwach kluczową zmianą wynikającą z wdrażania rolnictwa regeneratywnego było przesunięcie celu z maksymalizacji plonu w pojedynczym sezonie na długoterminową stabilność produkcji.

Rolnicy coraz częściej koncentrują się na adaptacji systemu do zmieniających się warunków klimatycznych, zamiast na próbach ich kontrolowania. Oznacza to większą elastyczność w doborze upraw, terminach siewu oraz strategiach nawożenia i ochrony roślin.

5.5 Regionalne różnice w podejściu do klimatu

Wpływ zmian klimatycznych oraz sposób reagowania na nie różnią się w zależności od regionu. W krajach o dużych arealach, takich jak Brazylia, Rumunia, Australia czy Teksas, kluczowe znaczenie ma zarządzanie ryzykiem na dużej skali i szybkie podejmowanie decyzji. W Europie, gdzie gospodarstwa są mniejsze, większy nacisk kładzie się na precyzję i intensyfikację produkcji.

Rolnictwo regeneratywne oferuje wspólne ramy działania, ale konkretne rozwiązania zawsze muszą być dostosowane do lokalnych warunków klimatycznych, glebowych i organizacyjnych.

Chapter 6: Rolnictwo regeneratywne a rynek i przemysł spożywczy

Rolnictwo regeneratywne funkcjonuje w ścisłym powiązaniu z rynkiem i przemysłem spożywczym. Decyzje podejmowane na poziomie gospodarstwa są w dużej mierze determinowane przez wymagania odbiorców surowca, strukturę łańcucha dostaw oraz oczekiwania konsumentów. W praktyce oznacza to, że wdrażanie praktyk regeneratywnych nie jest wyłącznie wyborem agronomicznym, lecz także decyzją ekonomiczną i strategiczną.

6.1 Wymagania rynku a sposób produkcji

Rynek rolny w większości regionów świata koncentruje się na stabilności dostaw, jednorodności produktu oraz przewidywalnej jakości. Takie podejście sprzyja systemom intensywnym, opartym na wysokich nakładach i standaryzowanych technologiach. Rolnictwo regeneratywne, którego efekty są silnie uzależnione od warunków lokalnych i pogodowych oraz widoczne często dopiero w dłuższej perspektywie, bywa postrzegane jako mniej przewidywalne.

W wielu gospodarstwach obserwowanych podczas podróży praktyki regeneratywne były wdrażane etapami, bez całkowitej rezygnacji z dotychczasowych systemów produkcji. Pozwalało to ograniczyć ryzyko rynkowe i dostosować tempo zmian do realnych oczekiwań odbiorców.

6.2 Rola przemysłu spożywczego w rozwoju rolnictwa regeneratywnego

Przemysł spożywczy odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu kierunków produkcji rolniczej. W regionach nastawionych na masową produkcję surowców rolnych presja cenowa sprawia, że główną motywacją do wdrażania rolnictwa regeneratywnego jest redukcja kosztów i poprawa efektywności gospodarstwa, a nie bezpośrednie wymagania odbiorców.

Jednocześnie coraz częściej widoczne są inicjatywy przemysłu, które promują bardziej zrównoważone systemy produkcji. Dotyczy to zwłaszcza sektorów związanych z żywnością wysokiej jakości, produktami premium oraz łańcuchami dostaw opartymi na transparentności i raportowaniu wpływu środowiskowego. W takich przypadkach rolnictwo regeneratywne zaczyna być postrzegane jako element strategii długoterminowej, choć nie zawsze znajduje to odzwierciedlenie w realnym wzroście wynagrodzenia producenta.



Figure 13: Mąka wyprodukowana z pszenicy z certyfikowanych gospodarstw regeneratywnych (Źródło: <https://bioreaction.pl/>)



Figure 14: Produkty z certyfikowanych gospodarstw regeneratywnych
(Źródło: <https://bioreaction.pl/>)

6.3 Konsument jako czynnik kształtujący kierunek zmian

Ostatecznym elementem łańcucha decyzyjnego jest konsument. Jego oczekiwania dotyczące ceny, jakości i dostępności żywności mają bezpośredni wpływ na strategię przemysłu spożywczego, a pośrednio także na praktyki stosowane w gospodarstwach. W krajach o wysokiej świadomości konsumenckiej rośnie zainteresowanie pochodzeniem żywności oraz sposobem jej produkcji, co tworzy przestrzeń dla rozwoju rolnictwa regeneratywnego jako modelu produkcji.

W regionach nastawionych głównie na zapewnienie taniej i powszechnie dostępnej żywności dominującym kryterium pozostaje cena. W takich warunkach rolnictwo regeneratywne częściej funkcjonuje jako narzędzie poprawy efektywności gospodarstwa niż jako element wyróżniający produkt na rynku.

6.4 Rolnictwo regeneratywne jako element wartości dodanej

W części gospodarstw rolnictwo regeneratywne staje się sposobem na budowanie wartości dodanej produktu, szczególnie tam, gdzie możliwe jest skrócenie łańcucha dostaw lub bezpośredni kontakt z odbiorcą. Takie podejście pozwala lepiej komunikować korzyści wynikające z regeneracyjnego zarządzania glebą i środowiskiem, choć wymaga dodatkowych kompetencji oraz zaangażowania poza samą produkcją rolną.

Jednocześnie należy podkreślić, że w skali globalnej rolnictwo regeneratywne wciąż w większym stopniu wpływa na sposób produkcji niż na strukturę rynku. W wielu przypadkach korzyści środowiskowe i długoterminowa stabilność gospodarstwa nie są jeszcze w pełni wyceniane przez rynek.

6.5 Wnioski dla dalszego rozwoju systemów produkcji

Zależność między rolnictwem regeneratywnym a rynkiem ma charakter dynamiczny i dwukierunkowy. Z jednej strony rynek wyznacza granice opłacalności i tempa zmian, z drugiej – praktyki regeneratywne stopniowo wpływają na sposób myślenia przemysłu i konsumentów. Przyszłość tego modelu produkcji będzie w dużej mierze zależała od zdolności do łączenia celów środowiskowych z realiami ekonomicznymi oraz od gotowości całego łańcucha żywnościowego do długofalowego podejścia.

Chapter 7:

Rolnictwo regeneratywne, a przyszłość produkcji żywności

Rolnictwo regeneratywne staje się istotnym elementem strategii zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego w warunkach globalnych wyzwań klimatycznych, demograficznych i ekonomicznych. Jego wdrożenie wymaga jednak podejścia systemowego oraz świadomości zależności między produkcją, środowiskiem i rynkiem.

7.1 Odporność systemów produkcyjnych

Praktyki regeneratywne zwiększają odporność gospodarstw na nieprzewidywalne czynniki, takie jak ekstremalne zjawiska pogodowe, susze czy powodzie. Odbudowa żyzności gleby, zwiększenie różnorodności biologicznej i integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej sprzyjają stabilności plonów oraz minimalizują ryzyko ekonomiczne w dłuższym okresie.

7.2. Zrównoważenie intensywności produkcji z ochroną środowiska

Jednym z głównych wyzwań przyszłości jest pogodzenie wysokiej produktywności z regeneracją zasobów naturalnych. Rolnictwo regeneratywne pozwala na ograniczenie intensywnej uprawy, poprawę zdrowia gleby i lepsze wykorzystanie wody oraz składników pokarmowych, jednocześnie utrzymując konkurencyjność gospodarstw.

7.3 Rola technologii i edukacji rolników

Rozwój rolnictwa regeneratywnego w perspektywie globalnej zależy od dostępu do wiedzy, doradztwa oraz nowoczesnych technologii. Systemy monitoringu gleby, precyzyjne maszyny i narzędzia analityczne pozwalają optymalizować praktyki regeneracyjne i szybciej adaptować je do lokalnych warunków, zwiększając efektywność i minimalizując ryzyko niepowodzenia.

7.4 Wpływ rynku i konsumenta na przyszłość praktyk regeneratywnych

Decyzje dotyczące wdrażania rolnictwa regeneratywnego są coraz częściej zależne od oczekiwań konsumentów i wymagań przemysłu spożywczego. W regionach o wysokiej

świadomości ekologicznej i zainteresowaniu produktami premium praktyki regeneracyjne mogą stać się elementem budowania wartości dodanej produktów, co motywuje rolników do długofalowych zmian.

7.5 Wyzwania i perspektywy globalne

W dłuższej perspektywie rolnictwo regeneratywne ma potencjał, by stać się fundamentem odpornego, zrównoważonego systemu żywnościowego. Wyzwaniem pozostaje jednak:

- wdrożenie praktyk w różnych skali gospodarstw i typach upraw,
- znalezienie równowagi między kosztami a korzyściami środowiskowymi,
- zwiększenie świadomości rynku i konsumentów, aby wartość regeneracyjnej produkcji była doceniana i odpowiednio wyceniana.

Długofalowo konsekwentne wdrażanie praktyk regeneratywnych może znacząco wpłynąć na stabilność systemów żywnościowych, zarówno pod względem ilości, jakości, jak i odporności produkcji na zmiany klimatu oraz presję rynkową.

Chapter 8: Wnioski praktyczne i kierunki dalszego rozwoju

Jednym z kluczowych wniosków płynących z podróży jest znaczenie lokalnej adaptacji praktyk regeneratywnych. Rozwiązania skuteczne w jednym regionie nie zawsze przynoszą takie same efekty w innym, nawet przy pozornie podobnych warunkach glebowych czy klimatycznych. Rolnicy odnoszący sukces w rolnictwie regeneratywnym nie kopiują schematów, lecz budują własne systemy, bazując na obserwacji pól, testowaniu rozwiązań i stopniowym wdrażaniu zmian. Takie podejście minimalizuje ryzyko i pozwala lepiej zrozumieć reakcję gleby oraz roślin.

8.1 Gleba jako długoterminowa inwestycja

W gospodarstwach, które osiągnęły trwałe efekty regeneracyjne, gleba traktowana jest jako najważniejszy zasób i długoterminowa inwestycja. Poprawa struktury gleby, wzrost zawartości materii organicznej oraz rozwój życia biologicznego nie przynoszą natychmiastowych efektów, ale budują fundament stabilnej produkcji na lata.

Rolnictwo regeneratywne wymaga zmiany perspektywy – zamiast maksymalizacji krótkoterminowego plonu, celem staje się utrzymanie zdolności produkcyjnej gleby w długim okresie. Taka strategia zwiększa odporność gospodarstw na ekstremalne warunki pogodowe oraz ogranicza zależność od zewnętrznych nakładów.

8.2 Elastyczność zarządzania i podejmowanie decyzji

Z obserwacji terenowych wynika, że skuteczne wdrażanie rolnictwa regeneratywnego wymaga odejścia od sztywnych kalendarzy agrotechnicznych. Coraz większe znaczenie ma bieżąca obserwacja pól, reagowanie na aktualne warunki pogodowe oraz dostosowywanie decyzji do stanu gleby i roślin.

Rolnik w systemie regeneratywnym pełni rolę menedżera procesów biologicznych, a nie tylko wykonawcy zabiegów. Taki model zarządzania wymaga większej wiedzy, doświadczenia i umiejętności oceny ryzyka, ale pozwala podejmować bardziej trafne decyzje i lepiej wykorzystywać potencjał gospodarstwa.

8.3 Skala gospodarstwa a strategia wdrażania praktyk regeneratywnych

Skala gospodarstwa ma istotny wpływ na sposób wdrażania praktyk regeneratywnych. W mniejszych gospodarstwach regeneracja często rozpoczyna się od eksperymentów na ograniczonym obszarze, co pozwala na naukę i stopniowe doskonalenie rozwiązań. Błędy są łatwiejsze do skorygowania, a proces adaptacji przebiega wolniej, lecz bezpiecznie.

W gospodarstwach wielkoobszarowych praktyki regeneratywne muszą być precyzyjnie zaplanowane i dobrze przemyślane. Duża skala pozwala na obniżenie kosztów jednostkowych, ale jednocześnie zwiększa ryzyko – popełniony błąd może mieć poważne konsekwencje dla całego gospodarstwa. Kierunkiem dalszego rozwoju w takich systemach jest łączenie skali z prostotą, powtarzalnością i wysoką jakością zarządzania.

8.4 Rola wiedzy, współpracy i wymiany doświadczeń

Istotnym elementem rozwoju rolnictwa regeneratywnego jest dostęp do wiedzy oraz wymiana doświadczeń pomiędzy rolnikami. W wielu odwiedzanych gospodarstwach postęp w regeneracji był możliwy dzięki otwartości na naukę, współpracy z innymi praktykami oraz wsparciu doradców i środowiska naukowego.

Programy międzynarodowe, takie jak stypendium Nuffield, odgrywają ważną rolę w tym procesie, umożliwiając bezpośredni kontakt z praktyką rolniczą w różnych częściach świata. Tego typu inicjatywy przyspieszają transfer wiedzy, inspirują do zmian i pozwalają spojrzeć na własne gospodarstwo z szerszej, globalnej perspektywy.

8.5 Zmiany klimatyczne

Zmiany klimatyczne sprawiają, że coraz większego znaczenia nabiera odporność całych systemów produkcyjnych, a nie wyłącznie maksymalizacja plonów w pojedynczym sezonie. W warunkach rosnącej zmienności pogodowej stabilność produkcji, zdolność do przetrwania okresów suszy czy intensywnych opadów oraz elastyczność w podejmowaniu decyzji stają się kluczowymi elementami funkcjonowania gospodarstw.

Gleba zarządzana w sposób regeneratywny odgrywa w tym procesie rolę naturalnego bufora wobec ekstremów pogodowych. Dobrze zbudowana struktura gleby, wysoka zawartość materii organicznej i aktywne życie biologiczne pozwalają na lepsze magazynowanie wody, ograniczenie erozji oraz bardziej efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów przez rośliny.

Ograniczenie intensywnej uprawy roli oraz zmniejszenie liczby zabiegów agrotechnicznych przekłada się również na poprawę bilansu energetycznego gospodarstwa. Mniejsza liczba przejazdów maszynami oznacza niższe zużycie paliwa, ograniczenie nakładów pracy oraz redukcję kosztów operacyjnych, co ma szczególne znaczenie w obliczu rosnących cen energii i środków produkcji.

Rolnictwo regeneratywne nie powinno być jednak postrzegane jako uniwersalne rozwiązanie dla wszystkich regionów i warunków. Jego największą wartością jest możliwość adaptacji systemów produkcyjnych do lokalnych uwarunkowań klimatycznych, glebowych i organizacyjnych. To właśnie elastyczne podejście, oparte na obserwacji i dostosowaniu praktyk do zmieniających się warunków, czyni rolnictwo regeneratywne realnym narzędziem odpowiedzi na wyzwania związane ze zmianami klimatu.

8.6 Kierunki dalszego rozwoju rolnictwa regeneratywnego

Przyszłość rolnictwa regeneratywnego będzie zależała od zdolności do dalszej adaptacji i integracji z nowoczesnym rolnictwem. Kluczowe kierunki rozwoju obejmują pogłębianie wiedzy o biologii gleby, rozwój narzędzi wspierających podejmowanie decyzji oraz coraz lepsze dostosowanie praktyk do zmiennych warunków klimatycznych.

Rolnictwo regeneratywne nie powinno być postrzegane jako alternatywa dla produkcji żywności, lecz jako sposób jej stabilnego i odpowiedzialnego prowadzenia. Zebrane wnioski pokazują, że przy odpowiednim podejściu może ono stanowić realny kierunek rozwoju gospodarstw w różnych częściach świata, z zachowaniem lokalnej specyfiki i realiów produkcyjnych.

Conclusions

1. Rolnictwo regeneratywne to podejście elastyczne i lokalnie adaptowalne

Analiza gospodarstw na różnych kontynentach pokazuje, że nie istnieje uniwersalny model produkcji regeneratywnej. Każdy system musi być dostosowany do warunków klimatycznych, wielkości gospodarstwa, rodzaju gleby, ukształtowania terenu oraz wymagań rynkowych. Podstawą sukcesu jest nie technologia sama w sobie, lecz sposób myślenia rolnika oraz jego podejście do długofalowej produktywności i zdrowia gleby.

2. Skala gospodarstwa determinuje wybór praktyk

W dużych gospodarstwach w Brazylii, Teksasie czy Australii stosuje się systemy No-Till i integrację produkcji na dużych powierzchniach, koncentrując się na efektywności kosztowej i minimalizacji prac polowych. W mniejszych gospodarstwach europejskich praktyki regeneracyjne często pełnią funkcję eksperymentalną lub wspierają zwiększenie wartości dodanej produktu poprzez rośliny okrywowe, integrację zwierzęcą i zwiększenie bioróżnorodności.

3. Odporność systemów jest ważniejsza niż maksymalizacja plonów

Praktyki regeneratywne zwiększają stabilność produkcji wobec nieprzewidywalnych warunków pogodowych i zmian klimatu. Zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie, rotacja upraw, stosowanie roślin okrywowych oraz integracja roślin i zwierząt sprzyjają minimalizacji ryzyka i poprawie długofalowej wydajności gospodarstw.

4. Znaczenie rynku i konsumenta

Wdrożenie praktyk regeneratywnych w dużej mierze zależy od oczekiwań rynku i konsumentów. W regionach o wysokiej świadomości ekologicznej praktyki regeneracyjne mogą stać się elementem strategii budowania wartości dodanej, podczas gdy w gospodarkach nastawionych na masową produkcję głównym motywatorem pozostaje efektywność ekonomiczna i redukcja kosztów.

5. Wiedza, doradztwo i edukacja są kluczowe

Rolnictwo regeneratywne wymaga dużej wiedzy praktycznej i teoretycznej, zdolności obserwacji procesów biologicznych oraz elastyczności w podejmowaniu decyzji. Transfer wiedzy między rolnikami, doradztwo oraz dostęp do nowoczesnych technologii są warunkiem skutecznego wdrażania praktyk regeneracyjnych.

Recommendations

1. Dopasowanie praktyk do lokalnych warunków

Każde gospodarstwo powinno dobierać elementy rolnictwa regeneratywnego w oparciu o specyfikę gleby, klimatu, skalę produkcji i ukształtowanie terenu. Nie ma jednego uniwersalnego rozwiązania, a sukces zależy od lokalnej adaptacji.

2. Stopniowe i elastyczne wdrażanie praktyk

Zmiany w systemach produkcji regeneratywnej powinny być wprowadzane stopniowo, z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań i specyfiki gospodarstwa. Warto rozpoczynać od praktyk o największym potencjale poprawy gleby i odporności systemu, jednocześnie pozostawiając elastyczność w modyfikowaniu działań w zależności od obserwowanych efektów oraz zmieniających się warunków klimatycznych i rynkowych.

3. Integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej

Tam, gdzie warunki terenowe i ekonomiczne na to pozwalają, integracja roślin i zwierząt zwiększa efektywność gospodarstwa, poprawia zdrowie gleby i zwiększa odporność systemu.

4. Inwestycje w edukację i doradztwo

Rozwój rolnictwa regeneratywnego wymaga dostępu do wiedzy eksperckiej, doradztwa praktycznego oraz wymiany doświadczeń między rolnikami na poziomie krajowym i międzynarodowym.

5. Monitoring efektów i adaptacja decyzji

Regularne monitorowanie jakości gleby, plonów oraz wpływu praktyk regeneracyjnych na koszty produkcji pozwala na szybką reakcję i optymalizację systemu, co jest szczególnie istotne w gospodarstwach dużych i w regionach o zmiennej pogodzie.

6. Wspieranie rynku zrównoważonej żywności

Aby rolnictwo regeneratywne mogło się rozwijać, potrzebne jest wsparcie rynkowe – budowanie świadomości konsumentów, certyfikacja produktów oraz rozwój segmentów premium, które docenią wartość regeneracyjnej produkcji.