

dr. Marcin Markowicz
Dr hab. Anna Tratwal, prof. IOR PIB

04

SOJA

SOYA BEANS

PRZEWODNIK ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO
CEE REGENERATIVE
AGRICULTURE GUIDEBOOK



TERRA
NOSTRA
FUNDACJA



Co-funded by the
European Union

**PRZEWODNIK ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO - SOJA**
CEE REGENERATIVE AGRICULTURE
GUIDEBOOK - SOYA BEANS

Autor / Author:
dr. Marcin Markowicz

Recenzja / Review:
Dr hab. Anna Tratwal, prof. IOR PIB

Projekt i opracowanie graficzne / Graphic design:
Maciej Wilgosiewicz
Piotr Krukowski
Agencja reklamowa Pixel Star

Wydawca / Publisher:
Fundacja Rozwoju Rolnictwa Terra Nostra
www.fundacjaterranostra.pl

Właściciel projektu / Project Owner:
EIT Food
www.eitfood.eu



Co-funded by the
European Union

Revolucja Rolnictwa Regeneracyjnego to projekt wspierany przez EIT Food. **EIT Food to największa na świecie i najbardziej dynamiczna społeczność zajmująca się innowacjami w branży spożywczej.** Przyspieszamy innowacje, aby zbudować przyszłościowy system żywnościowy, który produkuje zdrową i zrównoważoną żywność dla wszystkich.

Wspierani przez Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT), organ Unii Europejskiej, inwestujemy w projekty, organizacje i osoby, które dzielą nasze cele dotyczące zdrowego i zrównoważonego systemu żywnościowego. Odblokowujemy potencjał innowacyjny w biznesie i na uczelniach oraz tworzymy i skalujemy start-upy z branży rolno-spożywczej, aby wprowadzać na rynek nowe technologie i produkty. Wyposażamy przedsiębiorców i specjalistów w umiejętności potrzebne do przekształcenia systemu żywnościowego i stawiamy konsumentów w centrum naszej pracy, pomagając budować zaufanie poprzez ponowne łączenie ich z pochodzeniem ich żywności.

Jesteśmy jedną z ośmiu społeczności innowacyjnych utworzonych przez Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT), niezależny organ UE utworzony w 2008 r. w celu pobudzania innowacji i przedsiębiorczości w całej Europie.

Dowiedz się więcej na www.eitfood.eu lub śledź nas w mediach społecznościowych: Twitter, Facebook, LinkedIn, YouTube i Instagram.

Regenerative Agriculture Revolution is a project under the support of EIT Food. **EIT Food is the world's largest and most dynamic food innovation community.** We accelerate innovation to build a future-fit food system that produces healthy and sustainable food for all.

Supported by the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, we invest in projects, organisations and individuals that share our goals for a healthy and sustainable food system. We unlock innovation potential in businesses and universities, and create and scale agrifood startups to bring new technologies and products to market. We equip entrepreneurs and professionals with the skills needed to transform the food system and put consumers at the heart of our work, helping build trust by reconnecting them to the origins of their food.

We are one of eight innovation communities established by the European Institute for Innovation & Technology (EIT), an independent EU body set up in 2008 to drive innovation and entrepreneurship across Europe.

Find out more at www.eitfood.eu or follow us via social media: Twitter, Facebook, LinkedIn, YouTube and Instagram.

04

SOJA

SOYA BEANS

**PRZEWODNIK ROLNICTWA
REGENERATYWNEGO**
CEE REGENERATIVE
AGRICULTURE GUIDEBOOK

SPIS TREŚCI

■ 4.1	ZNACZENIE GOSPODARCZE	str. 5
■ 4.2	WYMAGANIA GLEBOWE	str. 6
■ 4.3	WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE	str. 7
■ 4.4	MIEJSCE W PŁODOZMIANIE	str. 8
■ 4.5	UPRAWA – PRZYGOTOWANIE STANOWISKA POD SIEW	str. 10
■ 4.6	SIEW	str. 12
■ 4.7	INOKULACJA NASION	str. 13
■ 4.8	WYMAGANIA I POTRZEBY NAWOZOWE	str. 15
■ 4.9	OCHRONA PRZED CHWASTAMI, SZKODNIKAMI I CHOROBYMI	str. 16
■ 4.10	ZBIÓR	str. 17
■	Literatura	str. 32

TABLE OF CONTENTS

■ 4.1	ECONOMIC IMPORTANCE AND BENEFITS OF SOYBEAN CULTIVATION	page 19
■ 4.2	SOIL REQUIREMENTS	page 20
■ 4.3	BIOLOGICAL PROPERTIES	page 21
■ 4.4	PLACE IN CROP ROTATION	page 22
■ 4.5	CULTIVATION – SITE PREPARATION FOR SOWING	page 24
■ 4.6	SOWING	page 26
■ 4.7	SEED INOCULATION	page 27
■ 4.8	FERTILIZATION REQUIREMENTS AND NEEDS	page 29
■ 4.9	WEED, PEST AND DISEASE CONTROL	page 30
■ 4.10	HARVEST	page 31
■	Literature	page 32



ZNACZENIE GOSPODARCZE

Soja jest uważana za jedną z najważniejszych roślin uprawnych na świecie. Pod względem areалу uprawy soja jest czwartą rośliną świata po pszenicy, kukurydzy i ryżu (FAO).

4.1

Unikalny skład chemiczny nasion związany z dużą zawartością białka i tłuszczu oraz małą włókna sprawia, że wykorzystanie soi jest wszechstronne. **Wartość biologiczna białka soi jest bardzo wysoka, gdyż jest zbliżona do mięsa wołowego** (Kotecki i in., 2020).

Ze względu na kierunek wykorzystania, soja zaliczana jest do grupy roślin oleistych, pomimo, że należy do rodziny bobowate grubonasienne, która liczy blisko 20 tys. gatunków, a ich wspólną cechą jest współżycie z bakteriami brodawkowymi. Uprawa soi jest zdominowana przez USA, Brazylię i Argentynę, na które przypada ponad 70% światowego areálu uprawy i ponad 80% światowej produkcji (Kotecki i in., 2020).

Według amerykańskich badań powodzenie uprawy soi zależy od układu warunków atmosferycznych, rodzaju gleby i genotypu (Haegele, Below 2013). Uprawa soi, w odróżnieniu od zbóż i rzepaku, charakteryzuje się krótkim okresem zwrotu zainwestowanych środków finansowych. Do jej uprawy i zbioru wykorzystywany jest ten sam park maszynowy, jak przy uprawie zbóż. Nasiona po zbiorze, w niektórych, szczególnie wilgotnych latach, mogą wymagać dosuszenia, jednak nie w takim stopniu jak ziarno kukurydzy. Uprawa soi dobrze wpisuje się w system organizacyjny gospodarstw.

Istnieje wiele korzyści, jakie rolnik może osiągnąć poprzez uprawę soi. Dzięki wiązaniu N_2 na drodze

symbiozy z bakteriami brodawkowymi, rośliny soi wykazują zmniejszone zapotrzebowanie na nawożenie N-mineralnym, poza tym N_2 związany przez bakterie nie jest tak szybko wypłukiwany z gleby jak N-mineralny, co daje bardziej stabilną pulę azotu w glebie. Redukcja nawożenia mineralnego azotem pozwala na obniżenie kosztów produkcji i potencjału zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Ponadto soja nie wyczerpuje z gleby takich ilości wody jak kukurydza, burak, rzepak, co może mieć znaczenie w latach o niedoborach opadów.

Soja jest cenną rośliną przedplonową, co wynika z jej korzystnego wpływu na żyzność i strukturę gleby. Głęboki i silnie rozwinięty system korzeniowy dobrze drenuje glebę i pobiera z głębszych warstw wypłukany potas i azot, a także uwalnia i pobiera związany chemicznie z minerałami, niedostępny dla innych roślin fosfor.

Uprawa soi przynosi wiele korzyści w zmianowaniu, pozostawia bardzo dobre warunki do uprawy zbóż, rzepaku czy kukurydzy, powoduje redukcję chorób i szkodników na nich występujących. Ponadto powoduje mobilizację fosforu z form nieprzyswajalnych i zwiększoną kolonizację mikoryzową następnej rośliny uprawnej, prowadzącą do zwiększonego wychwytu fosforu (Kotecki i in., 2020).



WYMAGANIA GLEBOWE

4.2

Soja wymaga gleb średniozwięzłych o dobrych stosunkach powietrzno-wodnych i strukturze, nie toleruje gleb podmokłych, ciężkich iłów i głębokich piasków (Herse i Szyrmer 1968, Peevy i wsp. 1972).

Do jej uprawy powinno przeznaczać się gleby żyzne, w wysokiej kulturze oraz dobrych właściwościach fizycznych. Grunty pod soję powinny być ciepłe, przewiewne oraz dobrze utrzymujące wilgoć. Gleby zbyt zwięzłe są mniej przydatne do jej uprawy, gdyż w takich warunkach kiełkowanie nasion i wschody roślin są utrudnione. Soja nie znosi gleb kwaśnych, najbardziej odpowiednie są gleby gdzie pH wynosi 6-7, przy takim odczynie symbioza między soją, a bakteriami brodawkow-

wymi przebiega prawidłowo. Na glebach o kwaśnym pH symbiozę ogranicza nadmierna koncentracja jonów glinu i manganu, a także deficyt jonów wapnia, fosforu i molibdeny. Warto pamiętać, że soja kiełkuje epigeicznie - liście wyrastają nad powierzchnie gleby, na zlewnych glebach mogą mieć z tym trudności, jeśli dojdzie do ich zaskorupienia. Soja nie jest więc dobrą rośliną na gleby zbyt ciężkie, podmokłe, z natury zimne.



Na glebach zwięzłych oraz przy nieodpowiedniej uprawie gleby (brak mulczu) wzrasta ryzyko erozji.



WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE

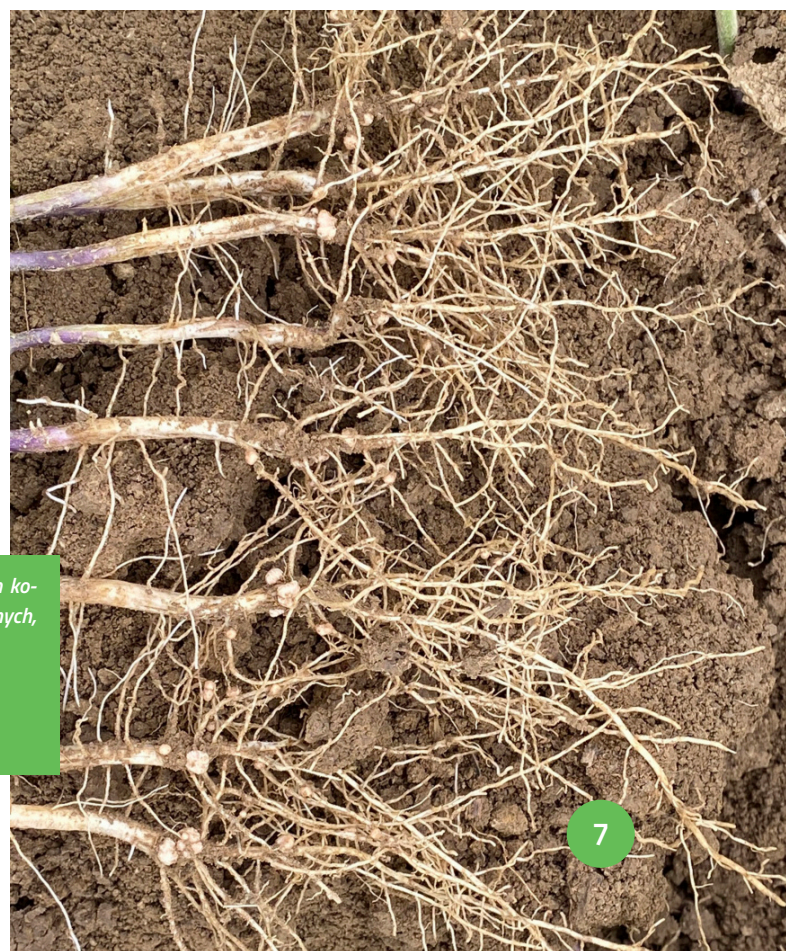
Soja (*Glycine*) należy do plemienia fasolowe (*Phaseoleae*). Spośród wielu gatunków największe znaczenia ma soja uprawna – *Glycine max* (L.) Merrill. Soja jest rośliną jednoroczną, jarą, dnia krótkiego (Kotecki i in., 2020).

4.3

Nasiona soi są gładkie, barwy żółto-kremowej, kształtu owalnego lub prawie kulistego. Masa 1000 nasion u odmian powszechnie uprawianych wynosi od 150 do 250 g. W zależności od odmiany nasiona zawierają w suchej masie przeciętnie 360-460 g·kg⁻¹ białka ogółem i 210-230 g·kg⁻¹ tłuszczu surowego. Soja kiełkuje epigeicznie, jej wschody następują po upływie kilkunastu dni po siewie. Tworzy silnie rozwinięty system korzeniowy, z dużą liczbą korzeni bocznych, które mogą sięgać do 150 cm. Około 95% wszystkich korzeni występuje do głębokości 100-138 cm, jednak główna masa korzeni rozwija się w warstwie ornej gleby, do głębokości 25 cm. Łodyga soi jest sztywna, owłosiona, rozgałęziająca się, o wysokości od 50 do 120 cm w zależności od odmiany i warunków wegetacji. Kwiaty zawiązują się na łodydze w kątach liści, w formie gron liczących od kilku do kilkunastu kwiatków. Soja zaczyna kwitnąć od dołu. Kwiaty są bardzo drobne, samopylne, koloru fioletowego lub białego, w zależności od odmiany. Liście w trakcie dojrzewania żółkną i opadają poczynając od dolnej części rośliny. Na polach o dużej zmienności glebowej, o kilka dni później dojrzewają rośliny rosnące na dolinach i innych fragmentach pól dobrze, naturalnie uwilgotnionych. Strąki zawierają od 1 do 3 nasion, a na najlepszych stanowiskach przy korzystnym rozkładzie opadów 4 nasiona. Liczba zawiązanych strąków i nasion w strąkach skorelowana jest z ilością opadów w trakcie kwitnienia i zawiązywa-

nia nasion. W razie suszy maleje ilość strąków i nasion w strąkach (Kotecki i in., 2020).

Na korzeniach roślin tworzą się specyficzne struktury, brodawki – które są miejscem gromadzenia się i namnażania komórek bakterii. Podczas symbiozy z roślinami bakterie wiążą azot atmosferyczny (N₂), który może być wykorzystywany przez roślinę. Związany przez bakterie azot jest transportowany głównie w formie ureidów (allantoiny i kwasu allantoinowego). W zamian roślina żywicielska zapewnia bakterii węgiel i aminokwasy. Ta interakcja jest korzystna dla roślin, ponieważ azot zwykle limituje wzrost roślin w siedliskach lądowych (Kotecki i in., 2020).



Soja tworzy silnie rozwinięty system korzeniowy, z dużą liczbą korzeni bocznych, które mogą sięgać do 150 cm.



MIEJSCE W PŁODOZMIANIE

4.4

Soję najlepiej uprawiać w stanowisku po zbożach, które zostawiają pole wolne od chwastów oraz na glebach średnio zasobnych w azot (zbyt duża zawartość azotu powoduje słabe zawiązywanie bakterii brodawkowych oraz może powodować wyleganie roślin).

Dodatkowo, jak inne bobowate może być rośliną przerywającą następstwo zbóż po sobie, wpływając korzystnie na ich wzrost, rozwój i plonowanie. Stanowisko po okopowych wpływa na soję ujemnie przedłużając jej wegetację. Kukurydza może być przedplonem pod warunkiem, że stosowane w niej herbicydy uległy rozkładowi. Soja jest bardzo dobrym przedplonem dla pszenicy ozimej zostawiając glebę naturalnie zdrenowaną i rozluźnioną, przyczynia się do poprawiania wartości stanowiska, a udział roślin bobowatych w zmianowaniu sprzyja zmniejszeniu

zachwaszczenia zbóż i porażaniu ich przez choroby powodowane przez grzyby.

Niestety w większości gospodarstw obecnie dominują zboża, których udział w strukturze zasiewów przekracza niejednokrotnie 70-80%. W najbliższych latach można spodziewać się zmniejszenia areału ziemniaków i buraków cukrowych, gdzie alternatywą może być uprawa soi, która obok niskich nakładów na uprawę korzystnie oddziałuje na żyzność i urodzajność gleb.



Soja jest bardzo dobrym przedplonem dla pszenicy ozimej zostawiając glebę naturalnie zdrenowaną i rozluźnioną.

KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z UPRAWY SOI:

Wzbogacenie płodozmianu w roślinę strączkową korzystnie wpływa na właściwości fizyczne (strukturę gleby), chemiczne (pozostawiają w resztkach poźniwnych bądź przyoranej biomasy znaczne ilości azotu) i biologiczne gleby (aktywizują działalność pożytecznych, strukturotwórczych mikroorganizmów)

Oszczędniejsza gospodarka wodna, gdyż soja wyczerpuje dużo mniejsze ilości wody z gleby niż takie gatunki jak: kukurydza, burak czy rzepak. Może być to jej niewątpliwa zaleta, jeżeli kolejne lata będą suche.

Soja współżyje z bakteriami brodawkowymi, a dokładnie z rodzajem *Bradyrhizobium japonicum* - które wiążą wolny azot z powietrza i dostarczają dla soi nawet 150 kg N/ha.

Silnie rozwinięty system korzeniowy soi sięga nawet 150 cm, pobiera wypłukane do podglebia składniki pokarmowe i przemieszcza je do warstwy ornej, a także doskonale rozluźnia glebę.

Jak na razie nie obserwują się zagrożenia ze strony szkodników i chorób na roślinach soi, a dzięki wstawieniu jej w płodozmian, może zmniejszyć presję patogenów na zbożach i rzepaku.

Do uprawy soi wykorzystywane są te same maszyny co w przypadku zbóż czy rzepaku, nie wymaga dodatkowych inwestycji w gospodarstwie.

W dobie pogarszającego się stanu środowiska rolniczego oraz wymagań Europejskiego Zielonego Ładu związanych m.in. ze zmniejszaniem ilości środków

ochrony roślin, soja staje się idealną rośliną uprawną zapobiegającą degradacji gleb, a także wpisującą się w praktyki rolnictwa regeneratywnego.



Uprawa soi obok niskich nakładów na uprawę korzystnie oddziałuje na żyzność i urodzajność gleb.



UPRAWA - PRZYGOTOWANIE STANOWISKA POD SIEW

4.5

Przygotowując pole pod zasiew soi musimy mieć na celu, aby w jak największym zakresie zachować naturalny kształt gleby oraz w jak najmniejszym stopniu zaburzać jej strukturę.



Po wielu latach stosowania systemów bezorkowych następuje znaczna poprawa właściwości fizycznych gleby spowodowana działaniem fauny glebowej.

Uprawiając glebę należy kierować się zasadą głębokiego spulchniania bez odwracania, co przyczynia się do przykrycia wierzchniej warstwy resztkami poźniwnymi lub resztkami z międzyplonów. Dzięki temu wspomagany jest proces powstawania próchnicy w glebie.

Uprawa soi w systemie regeneratywnym powinna polegać na całkowitym odejściu od wykonywania orki pod zasiew soi na rzecz uprawy uproszczonej czy siewu bezpośredniego oraz do ograniczenia zabiegów

uprawowych w myśl zasady „uprawiaj tak mało, jak to możliwe i tak dużo, ile trzeba”. Uprawę zerową i siew bezpośredni definiuje się jako zaniechanie wykonywania zabiegów mechanicznych od zbioru do siewu rośliny następcej. Uprawie bezpługowej może być poddawana cała powierzchnia gleby lub tylko jej pasy (Jaskulski i Jaskulska 2016).

Zabiegi uprawowe z wyłączeniem pługa powodują wzrost materii organicznej oraz sprawiają, że gleba staje się coraz bardziej odporna na zjawiska erozyjne

w porównaniu z konwencjonalną uprawą gleby (Kladivko i wsp., 1986).

Pozostawiane resztki roślinne na powierzchni pola mają duże znaczenie w ograniczeniu erozji, co prowadzi do mniejszego ryzyka skażenia środowiska naturalnego (Morris i wsp. 2010), a minimalne wzruszanie gleby w połączeniu ze stałym dostarczaniem resztek roślinnych stwarzają sprzyjające warunki dla rozwoju organizmów glebowych i naziemnych (Melero i wsp. 2011) oraz ochrony substancji organicznej przed szybką mineralizacją (Dzienia i wsp. 2001). Resztki roślinne mogą również pełnić ważne funkcje poprawiając strukturę i stabilność gleby oraz zawartość węgla organicznego, które z kolei mogą modyfikować właściwości fizyczne gleby (Blecharczyk i wsp. 2007).

Po wielu latach stosowania systemów bezorkowych następuje znaczna poprawa właściwości fizycznych gleby spowodowana działaniem fauny glebowej, czego efektem jest tworzenie się biogennych porów, w większości o pionowym kierunku przebiegu (Anken i wsp. 2004). W takiej sytuacji, mimo wzrostu gęstości warstwy powierzchniowej, zazwyczaj zauważanej w glebie nieuprawianej, warunki wymiany gazowej i przepuszczalność wodna nie pogarszają się. Ponadto

w systemach bezorkowych likwidacji ulega podeszwa płuzna i następuje wyrównanie oporu penetracji w dolnej strefie profilu glebowego. Pozostające resztki roślinne na powierzchni pola w systemach bezorkowych poprawiają również nośność gleby i przeciwdziałają zaszkorupianiu, co z kolei ogranicza spływy powierzchniowe i zwiększa pojemność wodną gleby. Jest to niezmiernie istotne w okresach bezdeszczowych, gdyż rośliny mają lepsze zaopatrzenie w wodę niż w systemach orkowych (Morris i wsp. 2010).

Uprawa gleby pod soję rozpoczyna się już w momencie zbioru przedplonu. W przypadku kiedy przedplon stanowią zboża, kluczowe jest równomierne rozrzucenie słomy na polu i płytkie wymieszanie z glebą w celu zwiększenia efektywności jej rozkładu. Kolejnym zabiegiem uprawowym jest wykonanie późną jesienią uprawy głębokiej na 20-25 cm. Soję, szczególnie na średnich i lżejszych stanowiskach, możemy uprawiać w systemie Strip-Till - w tej sytuacji ściernisko pozostawiamy niewzruszone do czasu zasiewu. Jeżeli przedplon zszedł odpowiednio wcześniej z pola dobre efekty przynosi także wysiew międzyplonów, które zabezpieczają powierzchnię gleby przed zjawiskiem erozyjnym.



Pozostawiane resztki roślinne na powierzchni pola mają duże znaczenie w ograniczeniu erozji, co prowadzi do mniejszego ryzyka skażenia środowiska naturalnego.



SIEW

4.6

Przed przystąpieniem do siewu należy sprawdzić temperaturę oraz poziom uwilgotnienia gleby.



Soja nie znosi zbyt głębokiego siewu, którego optymalna głębokość kształtuje się na poziomie ok. 3-4 cm w zależności od warunków glebowych.

Ilość wysiewu na hektar należy wyliczyć ze wzoru:

$$\frac{\text{obsada nasion na m}^2 \times \text{masa 1000 nasion}}{\text{zdolność kiełkowania}} = \text{ilość wysiewu kg/ha}$$

Jak podaje Mota [1978], w praktyce wysiew soi następuje, gdy temperatura gleby wynosi: w Serbii 8°C, w Bułgarii 12°C, w Japonii, Stanach Zjednoczonych, Kolumbii i Tanzanii 13-29°C. W środkowej i południowej Polsce wysiewu soi dokonuje się na przełomie kwietnia i maja. Temperatura gleby na głębokości 5 cm wynosi wtedy 12-14°C (Kozłowski 1981, Szyrmer i Szczepańska 1982). Gdy gleba jest zimna, wschody roślin opóźniają się, a nasiona narażone są na działania mikroorganizmów. Przymrozki dodatkowo zwiększają ubytki roślin. Fenologicznym wskaźnikiem terminu siewu soi jest okres kwitnienia klonu zwyczajnego lub koniec kwitnienia wiśni, zazwyczaj jest to okres od 20 kwietnia do 5 maja w zależności od rejonu. Wczesny termin siewu wpływa korzystnie na wysokość osadzenia dolnych strąków. Najwyższe plony nasion osiąga się przy obsadzie nasion 30-50 roślin/m². Nasiona soi często mają obniżoną zdolność kiełkowania oraz różną masę 1000 nasion.

Soja nie znosi zbyt głębokiego siewu, którego optymalna głębokość kształtuje się na poziomie ok. 3-4 cm w zależności od warunków glebowych. Najkorzystniej wysiewać nasiona w szerokości rzędów od 15-25 cm wykorzystując siewnik zbożowy, można także wysiewać siewnikiem punktowym (np. do buraków) w rozstawie 45 cm pod warunkiem założenia specjalnych tarcz wysiewających. Przy siewie w rozstawie międzyrzędzi 45 cm, należy liczyć się z większą konkurencją chwastów, gdyż rośliny soi później zakrywają łan.





INOKULACJA NASION

4.7

Bakterie symbiotyczne soi gatunku *Bradyrhizobium japonicum* nie występują w stanie wolnym, w naszych glebach nasiona przed siewem należy bezwzględnie szczepić.



Podczas zaprawiania należy delikatnie obchodzić się z nasionami soi, gdyż są one bardzo wrażliwe na wszelkie uszkodzenia mechaniczne.

Prawidłowa inokulacja szczepionką zapewnia dużą liczbę skutecznych rhizobii w ryzosferze, umożliwiając szybką kolonizację i nodulację (proces tworzenia się brodawek korzeniowych), są one głównym źródłem zaopatrzenia soi w azot, a tym samym decydują o wysokości plonu nasion. Bakterie brodawkowe w szczepionkach giną już podczas niewłaściwego transportu i składowania preparatów. Szkodliwe dla bakterii jest także zamarzanie i wysoka temperatura powyżej 40°C. Przechowywane w tych warunkach giną. Szczepionki należy przechowywać w temperaturze 4-8°C i nie wystawiać ich na bezpośrednie działanie promieni słonecznych lub źródeł ciepła. Nie zaleca się także stosowania szczepionek łącznie z nawozami i środkami ochrony roślin.

Przebieg szczepienia powinien odbywać się w chłodnym, zacienionym pomieszczeniu w zależności od rodzaju szczepionki bezpośrednio przed siewem, np.: HiStick Soy, LiquiFix, Turbosoy lub 120 dni przed Hi-Coat Soy, LiquiFix 120. Większość dostępnych szczepionek nie wymaga rozpuszczania w wodzie, jeżeli producent szczepionki zaleca dodawanie wody należy użyć wodę ze studni lub z deszczówki, nie należy stosować wody chlorowanej.

Podczas zaprawiania należy delikatnie obchodzić się z nasionami soi, gdyż są one bardzo wrażliwe na wszelkie uszkodzenia mechaniczne, obicia, pęknięcia, które skutkują zmniejszeniem siły kiełkowania. W przypadku, kiedy decydujemy się we własnym zakresie szcze

PRZEWODNIK ROLNICTWA REGENERATYWNEGO

pić nasiona musimy mieć świadomość, że czynność ta wykonana w nieodpowiedni sposób lub złych warunkach może po prostu zniszczyć nasiona. Szczepienie małych partii nasion można przeprowadzić w zaciemnionych pomieszczeniach delikatnie mieszając nasiona ze szczepionką. W przypadku dużej ilości nasion czynność tą można przeprowadzić za pomocą przenośnika taśmowego, na którym podczas przepływu nasion będą one np. opryskiwane inokulatem. W przypadku wykorzystania tradycyjnych zaprawiarek, należy obroty zaprawiarki (przenośników ślimakowych) ustawić na możliwe niskie, aby nie dopuścić do uszkodzeń mechanicznych na nasionach.

Efektywność symbiozy zależy również od zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi, a także obecności bakteriofagów (wirusów atakujących bakterie) i niektórych szkodników glebowych (np. oprzędzika), które niszczą brodawki korzeniowe.

Bardzo dobre efekty przynosi podwójne szczepienie nasion: pierwsze przez producenta materiału siewnego i drugie we własnym zakresie w dniu siewu.

Negatywny wpływ na skuteczność inokulacji systemu korzeniowego roślin soi przez bakterie *Bradyrhizobium japonicum* mogą wywierać:

wysiew nasion na glebach kwaśnych i bardzo kwaśnych o odczynie pH poniżej 5,0;

wysoka zawartości piasku - powyżej 80%;

wysiew zaszczerpionych nasion do zbyt przesuszonej gleby lub do zbyt uwilgotnionej z małą ilością powietrza;

stagnująca woda na polu;

stosowanie do inokulacji nasion zaprawionych wcześniej zaprawami nasiennymi, które mogą zmniejszać liczebność i wielkość kolonii bakterii.



Inokulację nasion można przeprowadzić za pomocą przenośnika taśmowego, na którym będą one np. opryskiwane podczas przepływu.



WYMAGANIA I POTRZEBY NAWOZOWE

Soja jest rośliną strączkową, co oznacza, że potrzebuje dużej ilości dostępnego wapnia, siarki i niektórych mikroelementów, takich jak bor, miedź, mangan, molibden oraz cynk.

4.8

Na wyprodukowanie 1 tony nasion soja pobiera około 75 kg azotu, co oznacza że przy plonie 3 t/ha potrzebuje 225 kg/N/ha (z czego 50-60% pozyskuje w wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi). W większości przypadków, ilość azotu związanego symbiotycznie przez soję jest niewystarczająca do uzyskania wysokich plonów nasion, zwłaszcza przy słabym brodawkowaniu roślin, ekstremalnie niskiej zasobności gleby w azot przy wysiewie, stresie wodnym, problemami z pH gleby, niskiej temperaturze lub nieobecności w glebie bakterii *Bradyrhizobium japonicum*. Dlatego w niektórych przypadkach wskazane jest jej nawożenie azotem. Soja jest uprawą biologiczną co powoduje, że do osiągnięcia wysokich plonów potrzebuje biologicznie czynnej gleby, jeżeli gleba będzie utrzymana w dobrej kondycji możliwe jest osiągnięcie wysokich plonów bez dodatkowego nawożenia azotem.

Rośliny soi tworzą mocny system korzeniowy, który charakteryzuje się dużą zdolnością pobierania składników pokarmowych z warstwy ornej i podglebia. Dawki nawozów potasowych i fosforowych określa

się na podstawie potrzeb pokarmowych soi, żyzności gleby, prognozowanych wielkości plonu nasion, należy także wziąć pod uwagę utrzymanie odpowiedniej zasobności gleby w zmianowaniu. Na glebach o zasobnościach średnich do wysokich zaleca się wysiać jesienią około 40-50 kg P₂O₅·ha⁻¹ oraz 60-80 kg K₂O·ha⁻¹, na glebach o niższej zasobności dawki należy zwiększyć do 70 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 120 kg K₂O·ha⁻¹ (Kotecki i in., 2020).



Soja jest uprawą biologiczną co powoduje, że do osiągnięcia wysokich plonów potrzebuje biologicznie czynnej gleby.



OCHRONA PRZED CHWASTAMI, SZKODNIKAMI I CHOROBAMI

4.9

W początkowym okresie wzrostu, tj. od kiełkowania do fazy 2-3 trójlistków bardzo ważna jest kontrola chwastów na plantacji.

Aby plantacja soi była czysta, niezbędne jest zastosowanie dwóch zabiegów herbicydowych, lub mechanicznego zwalczania chwastów. Pierwszy zabieg należy wykonać po siewie, przed wschodami soi, przy wykorzystaniu odpowiednich środków o działaniu głównie doglebowym na dobrze uwilgotnioną glebę. Drugi oprysk należy wykonać, w zależności od potrzeby, po wschodach roślin w okresie wschodów nowych chwastów. W przypadku wystąpienia chwastów jednoliściennych na plantacji należy zastosować

poprawkę jednym ze środków z rodzaju graminicydów, w tym przypadku dobrze jest zachować kilkudniowy odstęp czasu między innymi zabiegami. W przypadku mechanicznego zwalczania chwastów, korzystniejsze jest wysianie soi w szerszej rozstawie międzyrzędzi 30-45 cm, co umożliwi częściowe odejście od zabiegów chemicznych i wykorzystanie pielników do mechanicznej likwidacji chwastów. Dodatkowym plusem wykorzystania pielników jest napowietrzenie gleby, co w przypadku wystąpienia dużych opadów po zasianiu roślin wpływa na lepszy wzrost roślin.

Na soi możemy zaobserwować objawy występowania wielu chorób powodowanych przez grzyby, jednak nie mają one jak na razie istotnego znaczenia gospodarczego, to samo można powiedzieć o szkodnikach zagrażających uprawie soi.



Szkodniki zagrażające uprawie soi nie mają jak na razie istotnego znaczenia gospodarczego, to samo można powiedzieć o chorobach powodowanych przez grzyby.





ZBIÓR

Dojrzałość soi do zbioru poznaje się po opadnięciu liści. Strąki są żółtobrązowe, a nasiona nabierają żółtej barwy z brązowym znaczkim, twardnieją i „dzwonią” w strąkach.

4.10

Odmiany uprawiane w Polsce w zależności od regionu nadają się do zbioru w 3 dekadzie września, najpóźniej w pierwszej dekadzie października. Zbiór przeprowadza się przy wilgotności ziarna na poziomie 13% kombajnem zbożowym. Pod wpływem większej ilości opadów i obniżonej temperatury dosychanie roślin przedłuża się i zbiór jest utrudniony.

Niskie cięcie ma znaczenie – niekorzystną cechą większości odmian jest niskie osadzenie dolnych strąków, co powoduje straty nasion podczas zbioru. Aby temu zapobiec aparat tnący należy ustawić jak najniżej, co pozwoli uniknąć przecinania dolnych strąków i pozostawienia ich na polu. Wykorzystanie do zbioru soi hederu typu „flex” jest najlepszym sposobem na ograniczenie strat podczas zbioru do minimum. Heder typu „flex”, charakteryzuje się elastycznym przyrządem tnącym, oraz innym kątem koszenia roślin, co umożliwia zebranie wszystkich strąków. Omłotu należy dokonać przy obrotach bębna zmniejszonych do około 500-600/min. Maksymalna zawartość wody w przechowywanych nasionach powinna wynosić nie więcej niż 13%. Nasiona soi najlepiej przechowuje się w niskiej temperaturze 5 do -5°C i wilgotności względnej powietrza do 70%. W przypadku produkcji materiału siewnego nasion soi, szczególną uwagę należy zwrócić, aby zebrane nasiona miały jak najmniej obić i spękań, gdyż te bardzo mocno obniżają kiełkowanie nasion. Aby temu zapobiec bardzo

ważne jest odpowiednie „luźniejsze” ustawienie kombajnu już na polu i w miarę możliwości zebranie suchych nasion, aby uniknąć ich dosuszania, gdzie podczas przepływu nasion przez suszarnie i podajniki nasiona mocno się obijają.



Aparat tnący należy ustawić jak najniżej, aby uniknąć przecinania dolnych strąków i pozostawienia ich na polu.

SOYA BEANS

CEE REGENERATIVE
AGRICULTURE GUIDEBOOK



ECONOMIC IMPORTANCE AND BENEFITS OF SOYBEAN CULTIVATION

Soy is one of the most important crops in the world. In terms of acreage, soybean is the fourth crop in the world after wheat, corn and rice (FAO).

4.1

Its versatility is in the unique chemical composition of its seeds, with high protein and fat content and low fibre. The biological value of soy protein is very high, similar to beef (Kotecki et al. 2020).

In terms of its use, soybean is classified into oilseed plants, even though it belongs to the hard-seeded legume family, which has nearly 20,000 species, and their common feature is coexistence with nodule bacteria. Soybean cultivation is dominated by the US, Brazil and Argentina, which account for more than 70% of the world's cultivation area and more than 80% of the world's production (Kotecki et al. 2020).

According to American research, the success of soybean cultivation depends on the combination of weather conditions, soil type and genotype (Haegele, Below 2013). The cultivation of soybean, unlike cereals and rapeseed, is characterized by quick return on investment. The same machines are used for its cultivation and harvest as for the cultivation of cereals. Seeds after harvesting, in some particularly wet years, may require additional drying, but not to the same extent as corn. Soybean cultivation fits well into how agricultural farms are organised.

There are many benefits that a farmer can achieve by growing soybeans. Owing to the symbiosis of N₂ with

nodule bacteria, soybean plants have a reduced need for N-mineral fertilization. In addition, N₂ bound by bacteria is not leached from the soil as quickly as N-mineral, which results in a more stable nitrogen pool in the soil. The reduction of mineral fertilisation with nitrogen allows a reduction in production costs and environmental pollution. In addition, soybean does not use up such quantities of water from the soil as corn, beetroot, rapeseed, which may be an important factor in years with scarce rainfall.

Soybean is a valuable forecrop crop owing to its beneficial effect on soil fertility and structure. A deep and strongly developed root system drains the soil well and absorbs leached potassium and nitrogen from deeper layers, as well as releases and absorbs phosphorus chemically bound to minerals, unavailable to other plants.

The cultivation of soybean brings many benefits in crop rotation, leaves very good conditions for the cultivation of cereals, rape or corn, reduces diseases and pests. In addition, it mobilises phosphorus from non-absorbable forms and results in increased mycorrhizal colonization of the subsequent crop, leading to increased phosphorus uptake (Kotecki et al. 2020).



SOIL REQUIREMENTS

4.2

Soybean requires medium-compact soils with good air-water ratios and structure. It does not tolerate waterlogged soils, heavy clays and deep sands (Herse and Szyrmer 1968, Peevy et al. 1972).

Fertile soil with high culture and good physical properties should be used for its cultivation. Soil for soybeans should be warm, airy and retain moisture well. Soils that are too compact are less useful for its cultivation, because in seed germination and plant emergence are hindered under those conditions. Soya does not tolerate acidic soils. Soils with pH of 6-7 are the most suitable, as the symbiosis between soybean and nodule bacteria proceeds properly with that value. If pH of the

soil is acidic, the symbiosis is limited by the excessive concentration of aluminium and manganese ions, as well as the deficit of calcium, phosphorus and molybdenum ions. It is worth remembering that soybeans germinate epigeically - the cotyledons grow above the soil surface, which may be difficult in catchment area soils, if they become encrusted. Soya is not a good plant for soils that are too heavy, waterlogged and cold by nature.



The risk of erosion increases on compact soils and when the soil is not cultivated properly (lack of mulch).



BIOLOGICAL PROPERTIES

Soybean (Glycine) belongs to the bean (Phaseoleae) tribe. Among its many species, the most important is cultivated soybean - *Glycine max* (L.) Merrill. Soybean is an annual, spring, short-day plant (Kotecki et al. 2020).

4.3

The beans are smooth, yellow-cream in colour, oval or almost spherical in shape. The 1000 seeds weight of commonly cultivated varieties ranges from 150 to 250 g. Depending on the variety, the seeds contain on average 360-460 g·kg⁻¹ of total protein and 210-230 g·kg⁻¹ of crude fat in dry matter. Soybean germinates epigeically, which means that it emerges after a dozen or so days after sowing. It forms a well-developed root system, with a large number of lateral roots that can reach up to 150 cm in depth. About 95% of all roots are at a depth of 100-138 cm, but the main root structure is present in the tilled layer of soil, to a depth of 25 cm. The soybean stem is stiff, hairy, branching, and reaches from 50 to 120 cm in height, depending on the variety and growing conditions. The flowers form on the stem in the leaf axils, as clusters having from a few to a dozen or so flowers. Soybeans begin to bloom from the bottom up. The flowers are very small, self-pollinating, purple or white, depending on the variety. The leaves turn yellow as they mature and fall from the bottom part of the plant. In fields where soil variability is high, in valleys and other well-moistened fields, it matures a few days later. Its pods contain from 1 to 3 seeds, and even 4 seeds in the best locations with favourable rainfall distribution. The number of set pods and seeds in the pods is correlated with the amount of rainfall during flowering and seed setting. If there is drought, the number of pods and seeds in the pods decreases (Kotecki et al. 2020).

Specific structures known as nodules are formed on the roots of plants, where bacteria cells accumulate and multiply. In symbiosis with the plant, the bacteria bind atmospheric nitrogen (N₂), which can then be used by the plant. The nitrogen fixated by bacteria is transported mainly in the form of ureides (allantoins and allantoic acid). In return, the host plant provides the bacteria with carbon and amino acids. This interaction is beneficial for the plants, as nitrogen tends to limit plant growth in terrestrial habitats (Kotecki et al. 2020).



Soybean forms a well-developed root system, with a large number of lateral roots that can reach up to 150 cm.



PLACE IN CROP ROTATION

4.4

Soybean is best grown after cereals, which leave the field free of weeds, and on soil that is moderately rich in nitrogen (too much nitrogen results in poor formation of nodule bacteria and may cause lodging).

In addition, like other legumes, it can be used to interrupt the succession of cereals, positively affecting their growth, development and yield. Its growing after the root crops has a negative effect on soybean, prolonging its vegetation. Corn can be used as a forecrop provided that the herbicides applied on it have already decomposed. Soybean is a very good forecrop for winter wheat, leaving the soil naturally drained and loosened, so contributing to value generation for the site, and the participation of legumes in crop rotation helps to

reduce weed infestation of cereals and their infection by diseases caused by fungi.

Unfortunately, most farms are currently dominated by cereals, whose share in the sowing structure often exceeds 70-80%. In the coming years, a reduction in the acreage of potatoes and sugar beet can be expected, for which soybean may be an alternative, which, in addition to low farming cost, has a positive effect on soil fertility and capability.



Soybean is a very good forecrop for winter wheat, leaving the soil naturally drained and loosened.

BENEFITS OF SOYBEAN FARMING:

Enriching the crop rotation with legumes has a positive effect on the physical (soil structure), chemical (they leave significant amounts of nitrogen in crop residues or tilled biomass) and biological (they activate beneficial, structure-forming microorganisms) aspect.

More economical water management, because soybean consumes much less water from the soil than for example corn, beetroot or rapeseed. That is a clear advantage if the following years are dry.

Soybean coexists with nodule bacteria, specifically with the genus *Bradyrhizobium japonicum* - which fix free nitrogen from the air and provide soybeans with up to 150 kg N/ha.

A well-developed soybean root system reaches down to 150 cm, absorbs nutrients washed into the subsoil and transfers them to the tilled layer, and also perfectly loosens the soil.

So far, there is no threat from pests and diseases on soybean plants, and by including it in the crop rotation, it can reduce the pressure of pathogens on cereals and oilseed rape.

The same machines are used for soybean cultivation as for cereals or rapeseed, no additional farm investments are required.

As the condition of the agricultural environment deteriorates, and in the light of the requirements of the European Green Deal and the ever-decreasing quantities

of plant protection products, soybean is becoming an ideal crop that prevents soil degradation and is a good fit for regenerative farming



Soybean in addition to low farming cost, has a positive effect on soil fertility and capability.



CULTIVATION – SITE PREPARATION FOR SOWING

4.5

To prepare a field for soybean sowing, we need to preserve the natural shape of the soil as much as possible and disturb its structure as little as possible.



After many years of using no-till systems, there is a significant improvement in the physical properties of the soil due to the action of soil fauna.

The soil should be deeply loosened, but not inverted, which helps to cover the top layer with harvest or catch crop residues. This boosts humus formation in the soil.

Soybean cultivation in the regenerative system involves a complete departure from ploughing for soybean sowing in favour of simplified cultivation or direct sowing, and limits cultivation operations according to the principle „cultivate as little as possible and as much as necessary“. No-till and direct sowing are

defined as the abandonment of mechanical operations from harvest to sowing of the next crop. Ploughless tillage can cover the entire soil surface or only its strips (Jaskulski and Jaskulska 2016).

Ploughless tillage increases organic matter and make the soil more resistant to erosion compared to conventional tillage (Kladivko et al. 1986).


Plant residues and mulching left on the field surface are important in limiting erosion, which then

reduces the risk of environmental pollution (Morris et al. 2010), and minimum soil disturbance combined with the constant supply of plant residues create favourable conditions for the development of soil and terrestrial organisms (Melero et al. 2011) and the protection of organic matter against rapid mineralization (Dzienia et al. 2001). Plant residues can also perform important functions by improving soil structure and stability and its organic carbon content, capable of modifying physical properties of the soil (Blecharczyk et al. 2007).

After many years of using no-till systems, there is a significant improvement in the physical properties of the soil due to the action of soil fauna, which results in the formation of biogenic pores, mostly vertical (Anken et al. 2004). Under such conditions, despite the increase in the density of the surface layer, usually observed in uncultivated soil, the conditions for gas exchange and water permeability do not deteriorate. In addition, in ploughless systems, the plough pan is eliminated and

the penetration resistance is levelled in the lower part of the soil profile. Plant residues remaining on the surface in no-till systems also improve soil carrying capacity and prevent crust formation, which in turn reduces surface runoff and increases water capacity of the soil. This is extremely important during rainless periods as the plants have a better water supply than in till systems (Morris et al. 2010).

Soil cultivation for soybean begins with forecrop harvesting. When the forecrop is cereals, it is crucial to spread the straw evenly over the field and mix it shallowly with the soil to increase the decomposition efficiency. Another cultivation procedure is to perform a 20-25 cm deep cultivation in late autumn. Soybeans, especially on medium and lighter sites, can be cultivated in the strip-till system. Here, the stubble is left untouched until sowing. If the forecrop left the field early enough, the sowing of catch crops, which protect the soil surface against erosion, also produces good results.



Plant residues left on the field surface are important in limiting erosion, which then reduces the risk of environmental pollution.



SOWING

4.6

Before sowing, check the temperature and moisture level of the soil.



Soybean does not tolerate sowing that is too deep, and the optimum depth is around 3-4 cm, depending on soil conditions.

The sowing rate per hectare should be calculated from the formula:

$$\frac{\text{seeding density per m}^2 \times 1000 \text{ seed weight}}{\text{germination capacity}} = \text{seed sown in kg/ha}$$

According to Mota [1978], soybean sowing takes place in practice when the soil temperature is: in Serbia 8°C, in Bulgaria 12°C, in Japan, the United States, Colombia and Tanzania 13-29°C. In central and southern Poland soybean is sown at the turn of April and May. The temperature of the soil at a depth of 5 cm is then 12-14°C (Koźmiński 1981, Szyrmer and Szczepanska 1982). When the soil is cold, plant emergence is delayed and seeds are exposed to microorganisms. Frost additionally increases the loss of the plants. The phenological indicator of soybean sowing date is the flowering period of the Norway maple or the end of cherry blossom, usually from 20 April 20 to 5 May, depending on the region. An early date of sowing has a positive effect on the height of the lower pods. The highest seed yields are achieved with the seed density of 30-50 plants/m². Soybean seeds often have a reduced germination capacity and a different 1000 seed weights.

Soybean does not tolerate sowing that is too deep, and the optimum depth is around 3-4 cm, depending on soil conditions. It is best to sow seeds in rows of 15-25 cm in width, using a grain seeder. A precision seeder (e.g. for beets) can also be used at the spacing of 45 cm, provided that special sowing discs are installed. With the row width of 45 cm, greater competition from weeds should be taken into account because soybean plants form the canopy later.





SEED INOCULATION

4.7

Bradyrhizobium japonicum soybean symbiotic bacteria do not occur freely, and the seeds must be inoculated before sowing in our soil.



During treatment, soybean seeds should be handled gently, as they are very sensitive to any mechanical damage.

Proper inoculation ensures a large number of effective rhizobia in the rhizosphere, enabling rapid colonization and nodulation (the process of formation of root nodules). They are the main source of nitrogen supply for soybean, and thus determine the amount of seed yield. Papillary bacteria in the inoculation vaccines die even if transport and storage are incorrect. Freezing and high temperatures above 40°C are also deadly to those bacteria. The inoculants should be stored at 4-8°C and not exposed to direct sunlight or heat sources. It is also not recommended to use the inoculants together with fertilizers and plant protection products.

Inoculation should be performed in a cool, shaded room, depending on the type of the inoculant, immedi-

ately before sowing, of e.g. HiStick Soy, LiquiFix, Turbosoy or 120 days before HiCoat Soy, LiquiFix 120. Most of the available inoculants do not require dilution in water, but if the vaccine manufacturer recommends adding water, use water from a well or rainwater, and do not use chlorinated water.

During treatment, soybean seeds should be handled gently, as they are very sensitive to any mechanical damage, bruising, cracks, which reduce germination capacity. If we perform the inoculation on our own, we must remember that seeds may be destroyed if we do not do it properly or do it under poor conditions. Inoculation of small batches of seeds can be carried out in rooms with dimmed light, by gently mixing the seeds with the inocu-

lum. In the case of a large number of seeds, this operation can be carried out using a conveyor belt, with the spraying of the seeds with the inoculant. If traditional seed treat-

ment machines are used, the speed of the machine (screw conveyors) should be set as low as possible to prevent mechanical damage to the seeds.

The following may have an adverse effect on successful inoculation of the root system of soybean plants by *Bradyrhizobium japonicum* bacteria:

■ *sowing seeds on acidic and very acidic soils whose pH is below 5.0;*

■ *high sand content - over 80%;*

■ *sowing inoculated seeds into soil that is too dry or too moist, with a small amount of air;*

■ *stagnant water in the field;*

■ *inoculation using seeds previously treated with seed dressings that may reduce the number and size of bacterial colonies.*

Successful symbiosis also depends on soil contamination with heavy metals, as well as the presence of bacteriophages (viruses that attack bacteria) and some soil pests (e.g. weevils) that destroy root nodules.

Double vaccination of seeds produces very good results: the first by the producer of the seed material and the second on the day of sowing.



Inoculation can be carried out using a conveyor belt, with the spraying of the seeds with the inoculant.



FERTILIZATION REQUIREMENTS AND NEEDS

Soy is a legume, which means it needs plenty of available calcium, sulphur and some micronutrients such as boron, copper, manganese, molybdenum and zinc.

4.8

To produce 1 tonne of seeds, soybean absorbs about 75 kg of nitrogen, which means that, for a yield of 3 t/ha, it needs 225 kg/N/ha (of which 50-60% comes from the symbiosis with nodule bacteria). In most cases, the amount of nitrogen fixed symbiotically by soybean is not sufficient to obtain high seed yields, especially in the case of poor nodulation, extremely low soil nitrogen content at sowing, water stress, soil pH problems, low temperature or absence of *Bradyrhizobium japonicum* in the soil. Therefore, it is advisable in some cases to perform nitrogen fertilisation. Soybean is a biological crop, which means that high yields require biologically active soil. If the soil is in good condition, it is possible to achieve high yields without additional nitrogen fertilization

Soybean plants form a strong root system, which is characterized by its high capacity to absorb nutrients from the tilled layer and subsoil. The doses of potassium and phosphorus fertilizers are determined on the basis of the nutritional needs of soybean, soil fertility, forecasted seed yields. Maintaining adequate soil fer-

tility in crop rotation should also be taken into account. On soils demonstrating medium to high abundance, it is recommended to spread in autumn about 40-50 kg P_2O_5 ha⁻¹ and 60-80 kg K_2O ha⁻¹. For soil with lower abundance, the dose should be increased to 70 kg P_2O_5 ha⁻¹ and 120 kg K_2O ha⁻¹. (Kotecki et al. 2020).



Soybean is a biological crop, which means that high yields require biologically active soil.



WEED, PEST AND DISEASE CONTROL

4.9

It is very important to control weeds on the plantation in the initial period of growth, i.e. from germination to the stage of 2-3 trifoliates.

To keep the soybean plantation clean, it is necessary to apply two herbicide treatments or use mechanical weed control. The first treatment should be carried out after sowing, before soybean emergence, using appropriate agents with primarily soil effect on well-moistened soil. The second spraying should be carried out as needed, after the emergence of plants when new weeds emerge. For monocotyledonous weeds, an extra dose of one of the graminicidal agents should be applied, in which case it is good to keep an interval of

a few days between the different treatments. In the case of mechanical weed control, it is more advantageous to sow soybeans with a wider row spacing of 30-45 cm, which allows partial departure from chemical treatments and the use of weeders for mechanical elimination of weeds. An additional advantage of weeders is soil aeration, positively translating into plant growth if there is a heavy rainfall after sowing.

Many diseases caused by fungi are present on soybean, but as yet of minor economic importance. The same is true about soybean pests.



Many diseases caused by fungi are present on soybean, but as yet of minor economic importance. The same is true about soybean pests.



HARVEST

Soybean is ripe for harvest when the leaves fall. The pods are yellow-brown and the seeds turn yellow with a brown mark, harden and „ring” in the pods.

4.10

Varieties grown in Poland, depending on the region, are suitable for harvest in the third decade of September, or third decade of October at the latest. Harvesting is carried out at a grain moisture content of 13% by a combine harvester. The drying of the plants is longer and harvesting difficult if there is heavier rainfall and lower temperature..

Low cut matters - the disadvantage of most varieties is the low setting of the lower pods, which causes seed losses during harvesting. To prevent this, the cutting appliance should be set as low as possible to avoid cutting through the lower pods and leaving them in the field. Using a flex header for soybean harvesting is the best way to keep losses during harvesting to a minimum. The „flex” type header is characterized by a flexible cutting device and a different cutting angle, which allows the collection of all pods. Threshing should be done with the drum rotation reduced to about 500-600 rpm. The maximum water content in the stored seeds should be no more than 13% Soybean seeds are best stored at low temperature, from 5 to -5 ° C and relative air humidity of up to 70%. If seed material is produced, particular attention should be paid so that the seeds have as few bruises and cracks as possible, as this significantly reduces their germination. To prevent this, it is very important to properly „loose” the combine harvester already in the field and, if possible, to collect dry seeds to avoid their

drying layer, because the seeds strongly knocked around heavily during their flow through the driers and hoppers.



The cutting appliance should be set as low as possible to avoid cutting through the lower pods and leaving them in the field.



Literatura / Literature:

1. Anken T., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K. 2004. *Long-term tillage systems effects under moist cool conditions in Switzerland. Soil and Tillage Research*, 78, 171–183.
2. Blecharczyk A., Małecka I., Sierpowski J. 2007. *Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleby. Fragmenta Agronomica*, 24(1), 7–13.
3. Bobrecka-Jamro D., Forodźński G., Kotecki A. (red), Kozak M., Prusiński J., Pszczółkowska A., Szpunar-Krok E., Szukała J. 2020. *Uprawa roślin. Tom III. Wrocław 2020. ISBN 978-83-7717-342-8. Str. 161- 201*
4. Dzieńka S., Pużyński S., Wereszczaka J. 2001. *Impact of soil cultivation systems on chemical soil properties. Electronic journal of polish agricultural universities, Ser. Agronomy*, 4(2), #5.
5. Haegele J.W., Below F.E. 2013. *The six secrets of soybean success: improving management practices for high yield soybean production. Available at: <http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/documents/2012%20Six%20Secrets%20of%20Soybean%20Success%20report.pdf>. Access on: Nov. 8, 2015.*
6. Herse J., Szyrmer J. 1968. *Wyniki badań nad uprawą soi. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.*
7. Jaskulski D., Jaskulska I. 2016. *Współczesne sposoby i systemy uprawy roli w teorii i praktyce rolniczej, Poznań 2016, ISBN 978-83-60232-75-0, 5-28.*
8. Kladivko E.J., D.R. Griffith and J.V. Mannering. 1986. *Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soybeans in Indiana. Soil and Tillage Res.* 8.
9. Koźmiński C. 1981. *Temperatura gleby na głębokości 5 cm w Polsce. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Szczecin.*
10. Melero S., Panettieri M., Madejón E., Gómez Macpherson H., Moreno F., Murillo J.M. 2011. *Implementation of chiseling and mouldboard ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: Effect on soil quality. Soil and Tillage Research*, 112: 107–113.
11. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2010. *The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – A review. Soil and Tillage Research*, 108: 1–15.
12. Mota F.S. 1978. *Soya bean and weather. World Meteorological Organization*, XVI, 498, 64.
13. Peevy W.J., Newman B.E., Sedberry J.E., Brupbacher R.H. 1972. *The influence of soil reaction residual soil phosphorus and fertilizer phosphorus on the yield of soybeans grown on Olivier silt Loam. Louisiana State University Agricultural Experiment Station Reports*, 669, 1–20.
14. Szyrmer J., Szczepańska K. 1982. *Screening of soybean genotypes for cold-tolerance during germination. Zeitschrift für Pflanzenzüchtg.* 88; 255–260.
15. www.fao.org
16. www.ior.poznan.pl/2138, metodyka-integrowanej-ochrony-i-produkcji-soi-dla-doradcow-2020

Poznań 2023



Co-funded by the
European Union