

Przyszłość upraw roślin zbożowych w Polsce w kontekście prognozowanych zmian klimatycznych

Prof.. Dr hab. Grzegorz Żurek,
Mgr inż. Gabriela Skowron
Dr inż. Monika Żurek
Mgr inż. Michał Kamiński

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Państwowy Instytut Badawczy,
Radzików, 05 – 870 Błonie

Materiał opracowany w ramach Dotacji Celowej MRiRW realizowanej przez IHAR-PIB: Zadanie 7.1 Prowadzenie działalności upowszechnieniowej, prowadzenie współpracy i wymiana wiedzy z praktyką w ramach systemu AKIS

Plan prezentacji

1. Najnowsze dane dotyczące zmian klimatu
2. Prognozy dotyczące przyszłości klimatu
3. Rośliny zbożowe w przyszłym klimacie
4. Hodowla odmian na „ciężkie czasy”
5. Wyzwania dla doradztwa, nauki oraz praktyki rolniczej

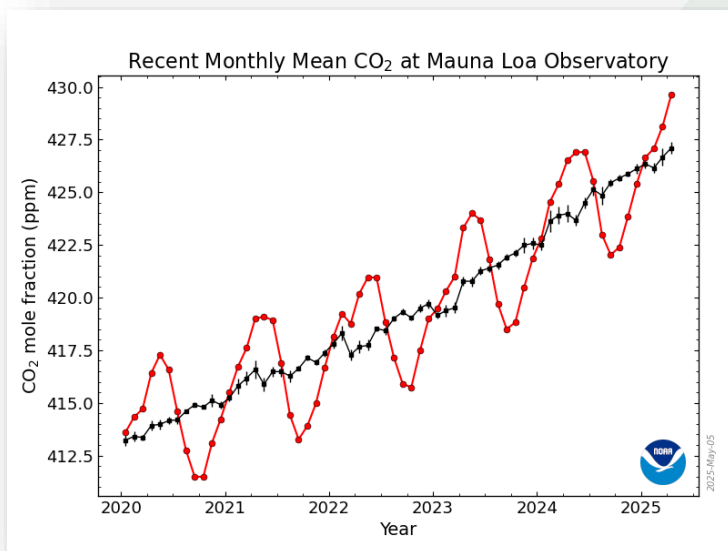
Według najnowszych danych:

- stężenie CO₂ – **429,64* ppm** (najwyższe od 650 000 lat)
- **Rok 2024 – najgorętszy rok od początku zapisów, a być może od 100 000 lat. Średnia globalna temperatura była wyższa o 1,5°C od średniej z czasów pre-industrialnych ...**
- **Ostatnia dekada (2015-2024) to dziesięć najcieplejszych lat w historii pomiarów.**
- lód na Arktyce – maleje w tempie ok. **13 %** na dekadę ...
- pokrywa lodowa na biegunach maleje w tempie **413 Gt** na rok ...
- poziom mórz rósł w tempie **3,6 mm** na rok przez okres 2006 - 2015...

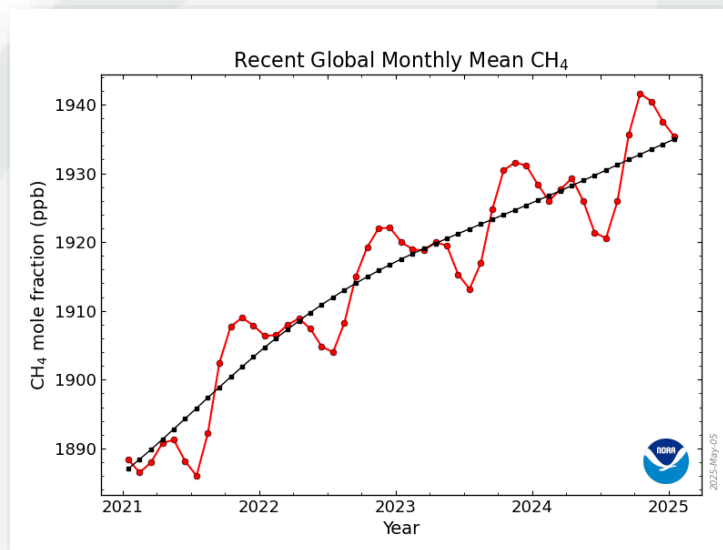
(*) – dane z 5 maja 2025, Mauna Loa Observatories

Wzrost stężenia gazów szklarniowych ...

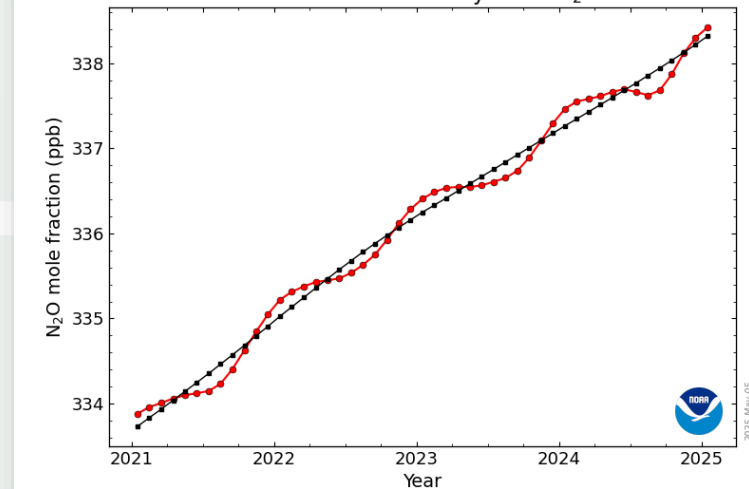
CO₂, GWP = 1



CH₄, GWP = 25



Recent Global Monthly Mean N₂O

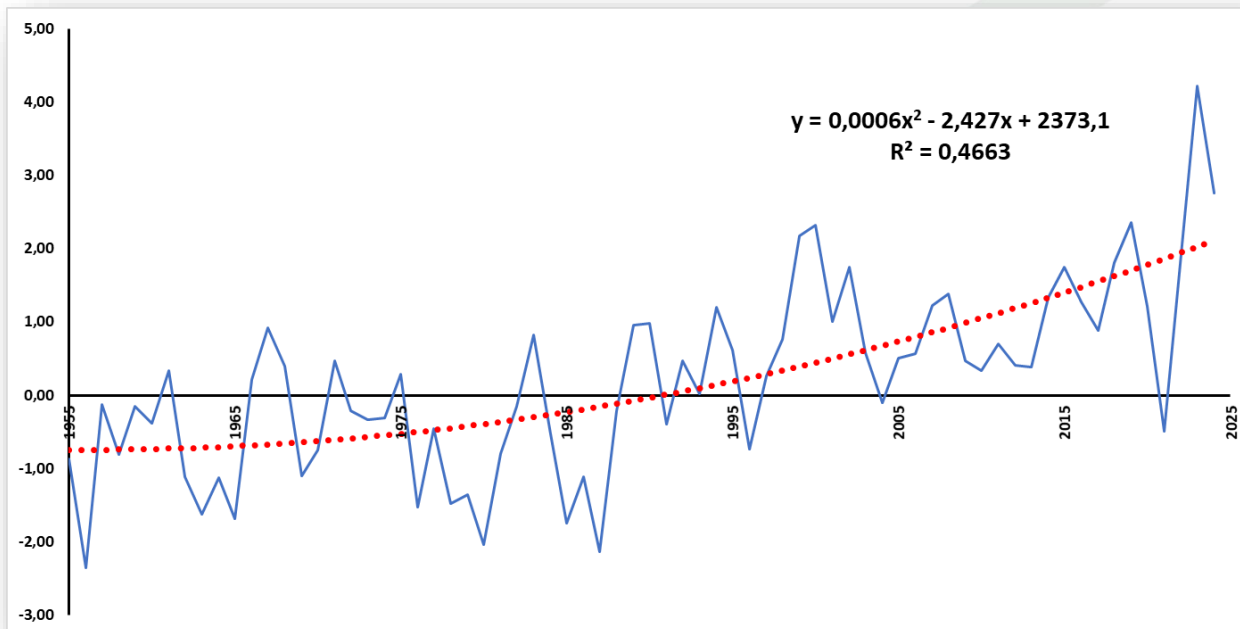


N₂O, GWP = 298

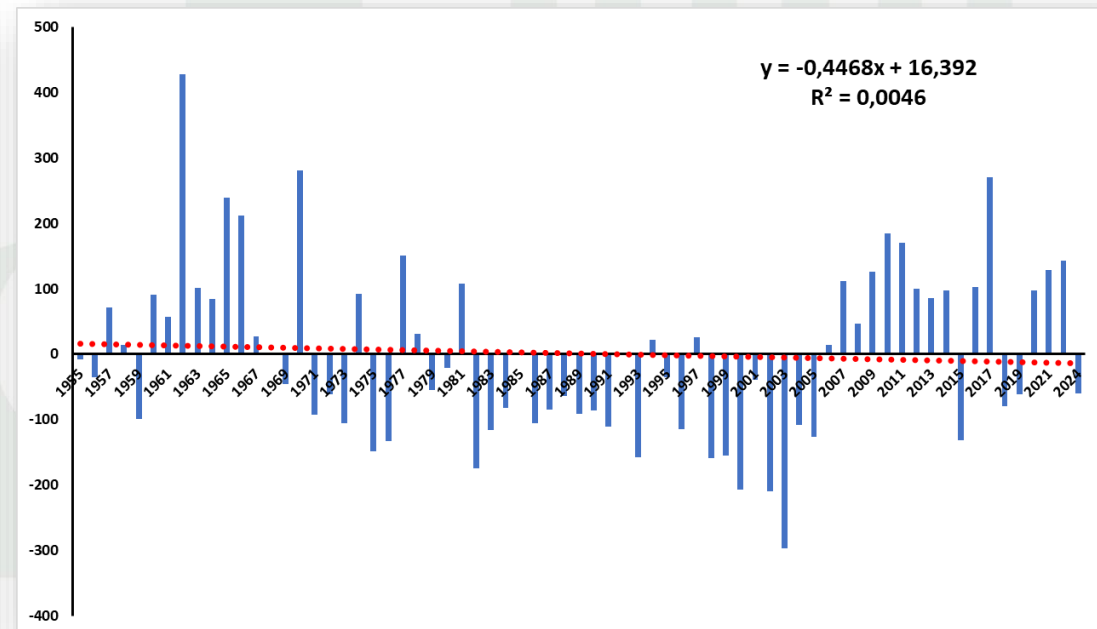
GWP (Global Warming Potential) - wskaźnik ilościowej oceny wpływu danego gazu na efekt cieplarniany:

Wzrost stężenia CO₂ to nie jedyny problem. Równocześnie wzrasta stężenie innych gazów określanych mianem 'gazów szklarniowych', z których każdy ma wielokrotnie większy wpływ na ocieplanie się klimatu niż CO₂...

Zmiany klimatu – lokalnie (dane dla Radzikowa)...



Średnie roczne **temperatury** powietrza, jako odchylenie od średniej z wielolecia 1955 – 2024 [+8,5°C]



Średnie roczne **sumy opadów**, jako odchylenie od średniej z wielolecia 1955 – 2024 [524,5 mm]

Zauważalny wzrost temperatury na przestrzeni ostatnich 70 lat oraz brak zdecydowanego trendu zmian w ilości opadów – może prowadzić do stopniowego wzrostu deficytu wody dostępnej dla upraw ...

Prognozy dla Polski na najbliższe 50 lat ...

Wzrost temperatury:

Oczekuje się dalszego znaczącego wzrostu średniej rocznej temperatury powietrza.

Wzrost ten będzie szczególnie zauważalny we wschodniej i północno-wschodniej części kraju.

Należy zatem spodziewać się znacznego zwiększenia liczby dni upalnych (z temperaturą powyżej 30°C), a w niektórych scenariuszach rozważa się nawet możliwość wystąpienia temperatur sięgających 40°C.

Prognozy dla Polski na najbliższe 50 lat ...

Zmiany w opadach atmosferycznych:

Prognozy sugerują prawdopodobny wzrost rocznej sumy opadów w Polsce oraz zmianę charakteru opadów.

Spodziewane są częstsze intensywne (tzw. nawalne) opady deszczu, zwłaszcza latem.

Lata mają być bardziej suche, co w połączeniu z wyższymi temperaturami zwiększa ryzyko wystąpienia susz.

Zmiany w rozkładzie opadów mogą prowadzić do zagrożenia powodziami błyskawicznymi oraz problemów z dostępnością wody w okresach suchych.

Prognozy dla Polski na najbliższe 50 lat ...

Zmiany w przebiegu pór roku

Zimy staną się krótsze i cieplejsze. Przewiduje się znaczący spadek liczby dni mroźnych oraz redukcję pokrywy śnieżnej. Lata będą natomiast dłuższe i znacznie cieplejsze.

Wydłuży się sezon wegetacyjny (3 – 4 tygodnie) ...

Ekstremalne zjawiska pogodowe

Prawdopodobnie wzrośnie częstotliwość i intensywność ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak fale upałów, burze z gradobiciem i silnym wiatrem, a także okresy suszy i powodzie.

Prognozy dla Polski na najbliższe 50 lat ...

Potencjalne skutki

Przewidywane zmiany klimatu będą miały istotny wpływ na różne sektory gospodarki i życie społeczeństwa.

W rolnictwie mogą pojawić się problemy związane z uprawami i **zwiększone zapotrzebowanie na nawadnianie**. Zmieni się dostępność zasobów wodnych.

Wzrośnie zagrożenie dla zdrowia publicznego związane z upałami. Konieczne będą również działania adaptacyjne w zakresie infrastruktury i gospodarki wodnej.

Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Czynniki decydujące o powodzeniu
uprawy:

- właściwa agrotechnika tj. dostosowanie warunków uprawy do lokalnych uwarunkowań mikroklimatu: odmiana, system uprawy, dostępność wody, nawożenie, termin i sposób zbioru ...
- sprzyjające warunki pogodowe;
- skuteczna ochrona przeciwko szkodnikom, chorobom, nadmiernemu zachwaszczeniu.



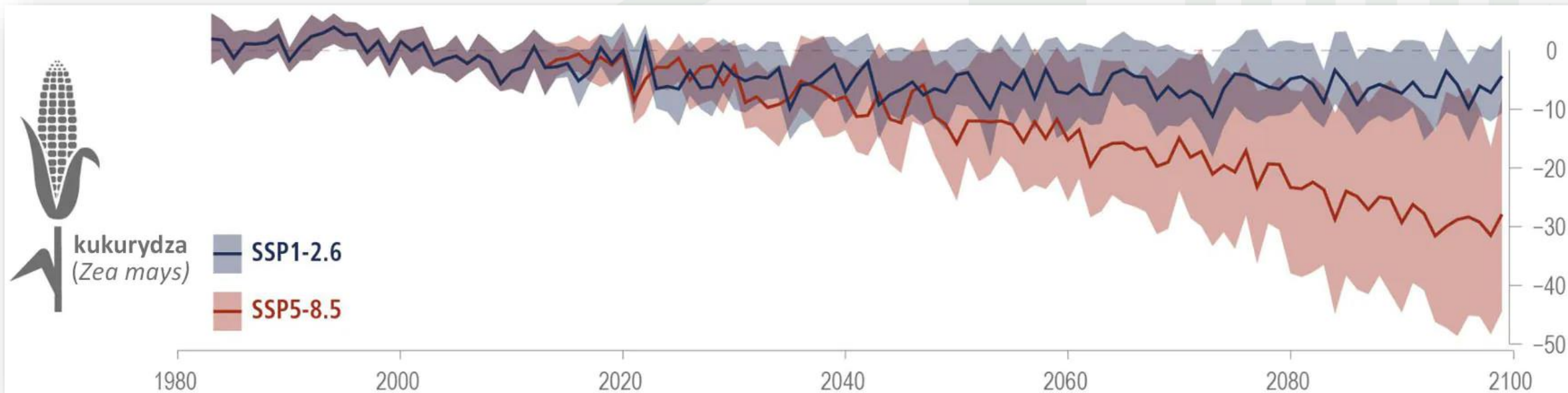
Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Prognozuje się możliwe **ograniczenie plonów** zbóż jako efekt wzrostu temperatury przy braku istotnych zmian w ilości opadów oraz postępujących zjawisk o charakterze klęskowym (susze, powodzie, tornada). Dotyczyć to ma głównie Europy Wschodniej, regionu Morza Śródziemnego.

W Europie Północnej oraz Środkowej – prawdopodobne są **zwyżki plonów** oraz możliwość uprawy zbóż na obszarach dotychczas nieodpowiednich.



Przyszłość upraw zbóż w Polsce



Prognozowana zmiana w produkcji kukurydzy w stosunku do lat 1983-2013 dla scenariusza SSP1 (kolor niebieski) i SSP5 (kolor czerwony).

Źródło: [IPCC, 2021](https://www.ipcc.ch/)

Bez względu na przyjęty scenariusz zachodzących w przyszłości zmian w klimacie, prognozuje się spadki plonów kukurydzy. W Europie Południowej, spadek plonu możliwy jest jako wynik interakcji niewielkiego, korzystnego efektu podwyższonego stężenia CO₂ (roślina typu C4 fotosyntezy) oraz niekorzystnego wpływu temperatury na przebieg sezonu wegetacyjnego.

Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Co będziemy uprawiać?

Głównie zboża ozime,
kukurydzę, proso,
ewentualnie nowe gatunki,
lepiej przystosowane do
zmienionych warunków
klimatycznych jak np.
amarantus (pseudozboże),
sorgo.



Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Trwają również prace nad upowszechnieniem uprawy i wykorzystania wieloletnich roślin zbożowych.

Np. *Thinopyrum intermedium* – perz pośredni, forma o nazwie „Kernza” - wyselekcjonowana w The Land Institute, USA.



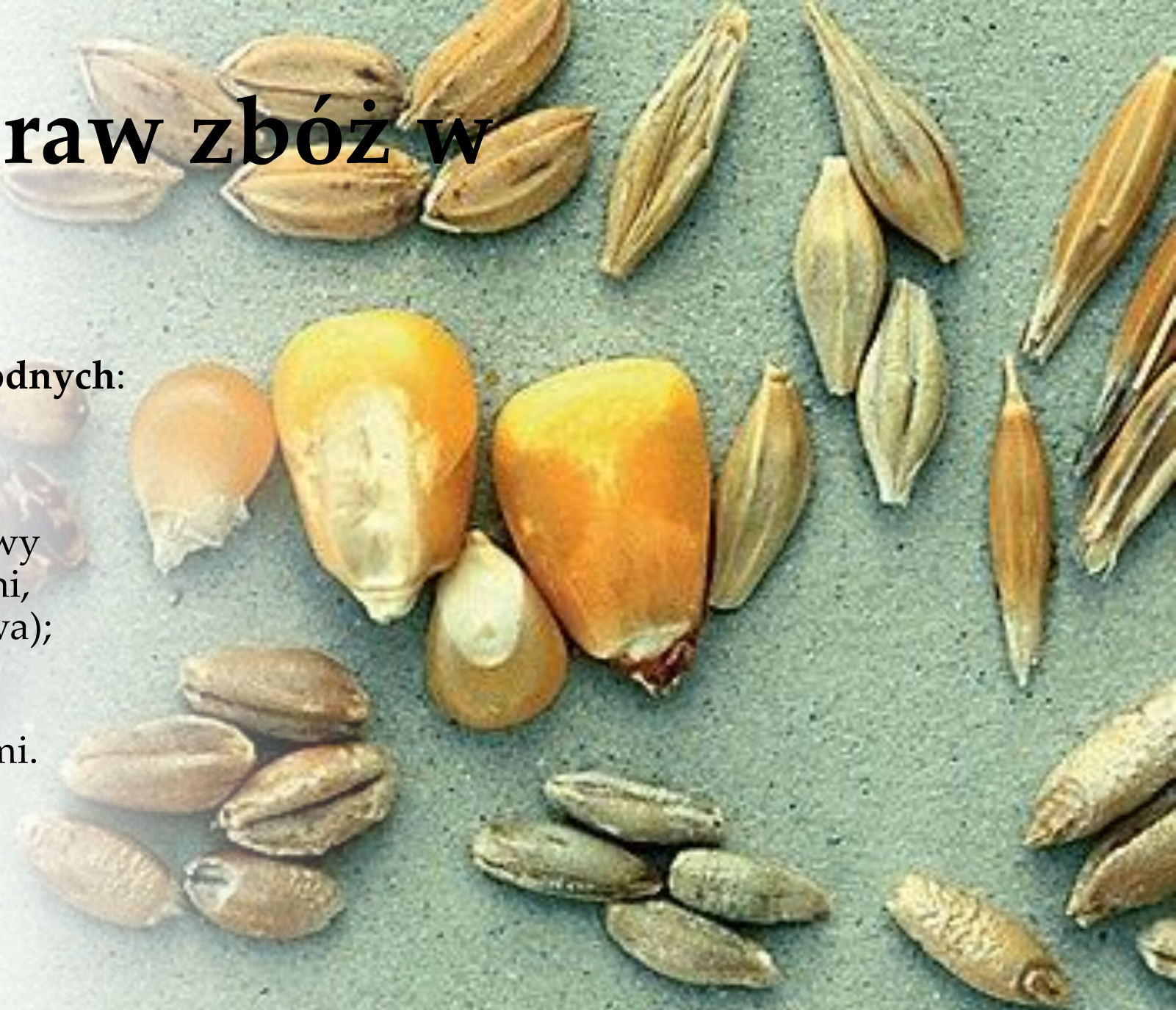


Zbiory perzu pośredniego ‚Kernza’ w The Land Institute, Salina, Kansas, USA.

Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Wyzwania dla ochrony zasobów wodnych:

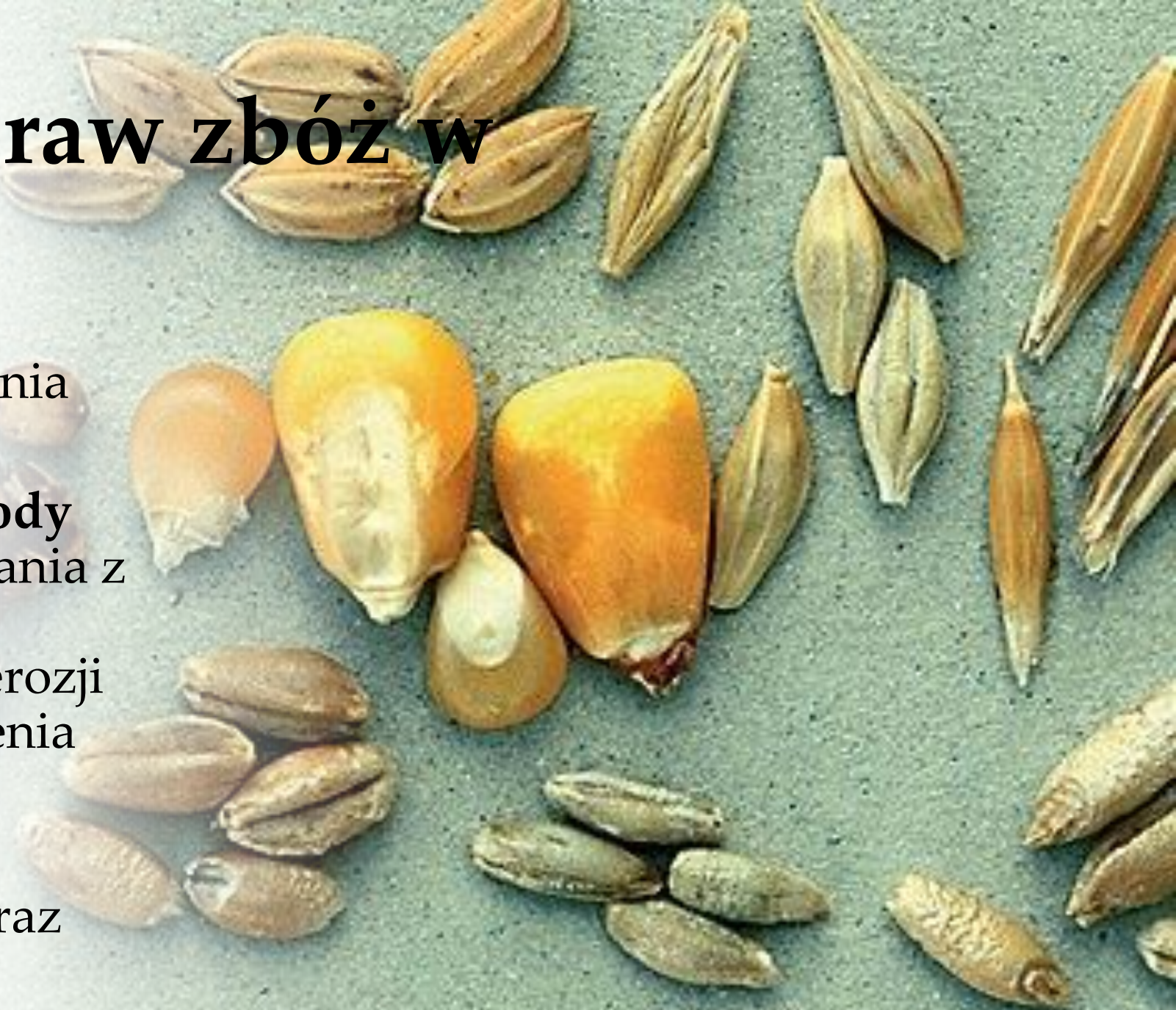
- Poszerzenie obszarów objętych nawadnianiem;
- Upowszechnienie systemów uprawy uproszczonej (np. siew bezpośredni, uprawa pasowa, uprawa bezorkowa);
- Płodozmian.
- Zarządzanie resztkami pożywnymi.



Przyszłość upraw zbóż w Polsce

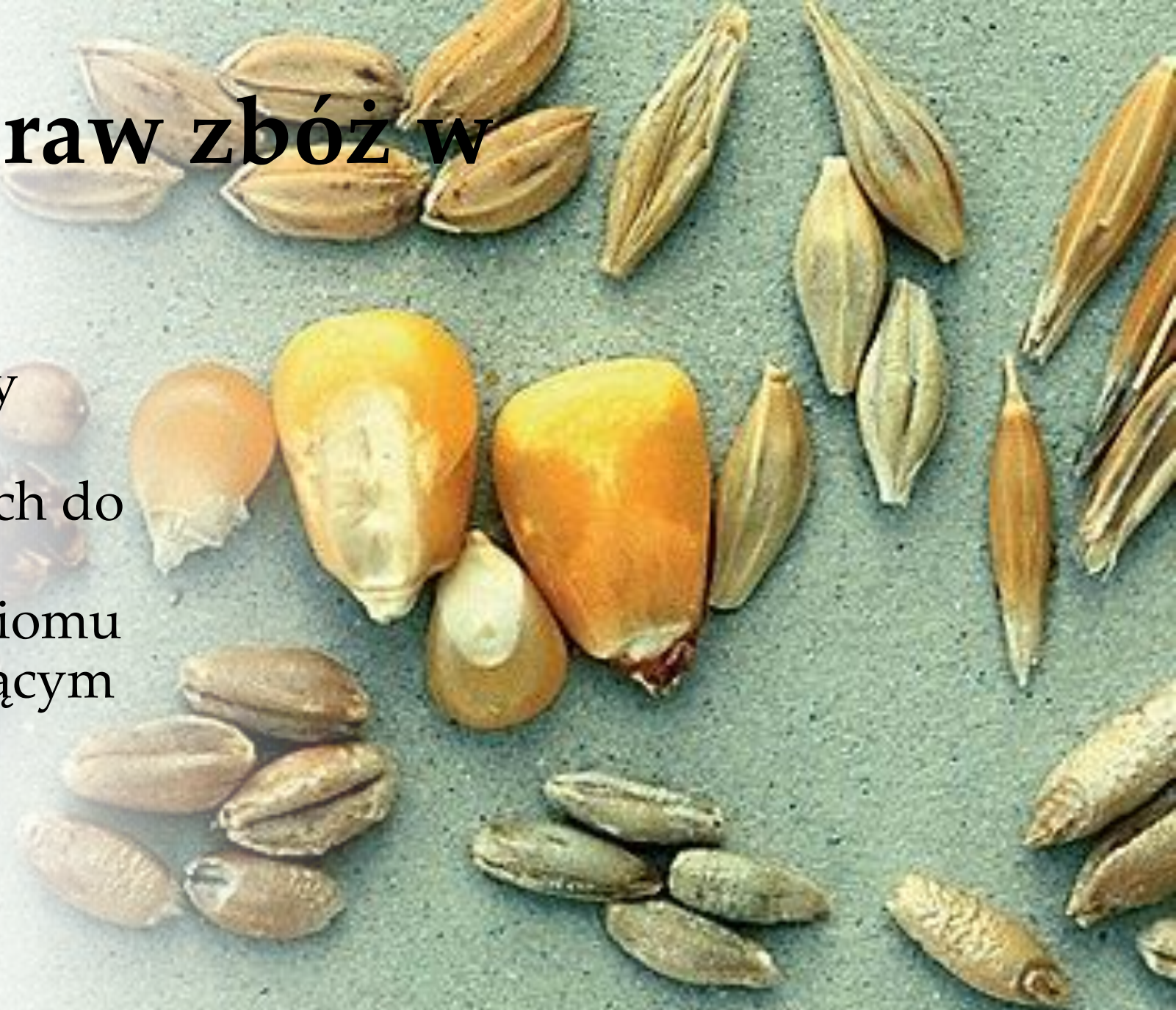
Powyżej wymienione działania będą miały za zadanie:

- (1) **ograniczenie zużycia wody** poprzez redukcję parowania z powierzchni, spływów powierzchniowych czy erozji wodnej w razie wystąpienia opadów nawaalnych;
- (2) **redukcję emisji gazów szklarniowych z gleby oraz upraw**



Przyszłość upraw zbóż w Polsce

Wprowadzenie do uprawy **nowych odmian** roślin zbożowych, dostosowanych do zmienionych warunków umożliwi utrzymanie poziomu plonowania na zadowalającym poziomie.



Skutki zmian klimatu dla roślin zbożowych...

...Zmiany klimatu zagrażają plonom zbóż, zarówno bezpośrednio poprzez zmiany w plonowaniu roślin, jak i pośrednio poprzez wpływ na choroby i szkodniki zagrażające uprawom.

Oszacowano, że zmiany klimatyczne już zmniejszyły globalną produkcję rolną o 1-5% na dekadę w ciągu ostatnich 30 lat.

Największe zmniejszenie plonów zaobserwowano w przypadku kukurydzy i ryżu.

Na produkcję zbóż ma również wpływ ekspansja upraw na potrzeby produkcji biopaliw i farm słonecznych, które konkurują z uprawami rolniczymi o grunty nadające się do produkcji żywności.

Skutki zmian klimatu dla dwóch najważniejszych roślin: Kukurydza i pszenica

Kukurydza i pszenica to dwie najważniejsze uprawy na Świecie. Razem z ryżem pokrywają 30% zapotrzebowania kalorycznego dla 4,5 miliarda ludzi wprawie 100 krajach rozwijających się.

Prognozy sugerują że zmiany klimatu ograniczą produkcję kukurydzy na świecie o 3 do 10% do 2050 r., a produkcję pszenicy w krajach rozwijających się o 29-34%.

Zbiegnie się to ze znacznym wzrostem popytu na te zboża ze względu na wzrost światowej populacji ludności.

Rola hodowli twórczej w dostosowaniu odmian do prognozowanych zmian klimatu ...

...nowoczesne odmiany zbóż powinny charakteryzować się:

- **późniejszym kłoszeniem**, gdyż rośliny będą miały więcej czasu na wytworzenie większej ilości zawiązków kłosa (dłuższy sezon wegetacyjny);
- **szybkim wypełnianiem ziarna**, co jest szczególnie ważne w okresie suszy;
- **szybkim przemieszczaniem asymilatów z liści do ziarna**;
- **krótszym i sztywnym źdźbłem** (można zwiększyć obsadę roślin na m² bez obawy wylegania);
- **większą masą 1000 ziaren** a także wysoką ich gęstością w stanie zsypanym;
- **odpornością na porastanie i tolerancją na choroby**.

[Rybka i Nita, 2014]

Rola hodowli twórczej w dostosowaniu odmian do prognozowanych zmian klimatu ...

...nowoczesne odmiany zbóż powinny charakteryzować się:

- **późniejszym kłoszeniem**, gdyż rośliny będą miały więcej czasu na wytworzenie większej ilości zawiązków kłosa (dłuższy sezon wegetacyjny);
- **szybkim wypełnianiem ziarna**, co jest szczególnie ważne w okresie suszy;
- **szybkim przemieszczaniem asymilatów z liści do ziarna**;
- **krótszym i sztywnym źdźbłem** (można zwiększyć obsadę roślin na m^2 bez obawy wylegania);
- **większą masą 1000 ziaren** a także wysoką ich gęstością w stanie zsywnym;
- **odpornością na porastanie** i tolerancją na choroby.

[Rybka i Nita, 2014]

Rola hodowli twórczej w dostosowaniu odmian do prognozowanych zmian klimatu ...

...nowoczesne odmiany zbóż powinny charakteryzować się:

- **późniejszym kłoszeniem**, gdyż rośliny będą miały więcej czasu na wytworzenie większej ilości zawiązków kłosa (dłuższy sezon wegetacyjny);
- **szybkim wypełnianiem ziarna**, co jest szczególnie ważne w okresie suszy;
- **szybkim przemieszczaniem asymilatów z liści do ziarna**;
- **krótszym i sztywnym źdźbłem** (można zwiększyć obsadę roślin na m^2 bez obawy wylegania);
- **większą masą 1000 ziaren** a także wysoką ich gęstością w stanie zsywnym;
- **odpornością na porastanie** i tolerancją na choroby.

[Rybka i Nita, 2014]

Hodowla odmian na „ciężkie czasy”

- A) Odmiany o zwiększonej tolerancji na stres suszy oraz wysokie temperatury
 - B) Odmiany odporne na szkodniki i choroby- również te „nowe” dla danej rośliny uprawnej
 - C) Odmiany wysoko i stabilnie plonujące w różnych środowiskach
- A + B + C = Odmiana idealna

W praktyce hodowlanej bardzo ciężko jest uzyskać odmianę o wysokich, stabilnych plonach, wykazującą wysoką odporność na czynniki stresowe

Kierunki hodowli pszenicy

Hodowla pszenicy nastawiona jest głównie na zwiększenie plonu oraz zapewnienie jego wysokiej jakości.

Ważnym kierunkiem w hodowli pszenicy jest również odporność na stresy biotyczne i abiotyczne.

W ostatnich latach hodowcy koncentrują się na podwyższaniu jakości plonu oraz zwiększaniu odporności na stresy i patogeny przy równoczesnym zachowaniu wysokiej plenności.

Ograniczona możliwość ekspansji powierzchni uprawy zbóż sprawia, iż producenci poszukują odmian dobrze plonujących o wysokiej tolerancji na różne czynniki, przede wszystkim zaś takich, które sprawdzają się na gorszych stanowiskach, bez uszczerbku dla jakości plonu.

Kamieniem milowym w hodowli pszenicy było wytworzenie odmian mieszańcowych i prace nad ich udoskonalaniem. Odmiany mieszańcowe pszenicy (hybrydowe) charakteryzują się wyższą plennością oraz większą odpornością na choroby, a ich jakość nie odbiega od jakości odmian konwencjonalnych (populacyjnych).

Kierunki hodowli kukurydzy

W ostatnich latach wzrasta znaczenie hodowli odpornościowej. Związane jest to ze zwiększoną presją ze strony szkodników (głównie omacnicy prosowianki) i patogenów (głównie sprawców fuzariozy kolb i łodyg), a także z wzrastającą nieprzewidywalnością zjawisk pogodowych.

Współczesna hodowla kukurydzy jest nastawiona na sprostanie różnorodnym zagrożeniom stwarzanym przez stresy biotyczne i abiotyczne. Jednym z takich wyzwań, jest wytworzenie odmian o bardzo dobrym wigorze początkowym i tolerancji na chłody wiosenne.

W czasie siewu kukurydzy lub niedługo po nim często mamy do czynienia z niskimi temperaturami powietrza i lokalnymi przymrozkami. Odmiany, które lepiej tolerują niskie temperatury szybciej się rozwijają, uzyskując lepszą obsadę i mając bardziej wyrównane rośliny.

Kolejnym ważnym wyzwaniem w hodowli kukurydzy jest uzyskanie odmian tolerancyjnych na wyleganie łodygowe i korzeniowe, co jest szczególnie ważne w przypadku przedłużonego sezonu wegetacyjnego lub deszczowej pogody podczas zbiorów.

Zdolność odmian kukurydzy do radzenia sobie z okresami suszy to jedno z największych wyzwań dla hodowców

Kierunki hodowli jęczmienia

Hodowla jęczmienia ukierunkowana jest na sprostanie nadchodzącym zmianom klimatycznym, poprzez selekcję linii hodowlanych dostosowanych do warunków suszy – wcześniejszych, dobrze się krzewiących, wysoko plonujących nie tylko w warunkach optymalnych, ale i podczas niedoboru wody w glebie.

Kierunki hodowli owsa

Zmiany klimatu z rosnącym zagrożeniem suszą również nie sprzyjają wzrostowi popularności owsa, gdyż jest on zbożem szczególnie wrażliwym na niedobór wody. Jednym ze sposobów złagodzenia wpływu suszy jest uprawa owsa ozimego zamiast jarego. Dobrze rozkrzewionym roślinom nie zagrażają wczesnowiosenne susze.

W podobny sposób wczesne zboże ozime może uniknąć silnego porażenia chorobami w okresie największego rozwoju infekcji. Ma to pozytywny wpływ nie tylko na wielkość plonu ale i na jego jakość. W wielu krajach Europy Zachodniej o łagodniejszym klimacie owies ozimy zajmuje znacznie większą część areału uprawy tego gatunku (w Wlk. Brytanii ok. 70%).

W Polsce owies ozimy nie znalazł zastosowania ze względu na niedostateczną zimotrwałość, jednakże intensywne badania nad poprawą tej cechy są prowadzone w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych w Radzikowie.

Kilkunastoletnie obserwacje przezimowania międzynarodowej szkółki owsa ozimego wykazały, że istnieją już formy ozime owsa zdolne do przeżycia większości polskich zim, przynajmniej w niektórych miejscach. Postępujące ocieplenie klimatu stwarza więc szansę na rozwinięcie hodowli tego gatunku w Polsce.

Kierunki hodowli żyta

Współczesna hodowla odmian żyta ukierunkowana jest przede wszystkim na wytworzenie odmian mieszańcowych (heterozyjnych)

Kierunki hodowli pszenżyta

Hodowla pszenżyta jest ukierunkowana pod kątem zmian klimatycznych głównie poprzez: przyspieszenie faz rozwojowych i zwiększenie zwarcia łanu oraz zwiększenie odporności na wyleganie i choroby.

Prowadzone są również prace nad wykorzystaniem form dzikich pszenic i żyta jako źródeł genów odporności na choroby.

Główne kierunki hodowli pszenżyta ozimego nastawione są na: wyselekcjonowanie wysokoplennych odmian populacyjnych, podwyższenie odporności na choroby grzybowe (głównie rdza brunatna i żółta, mączniak prawdziwy i fuzarioza kłosa), uzyskanie lepszej mrozoodporności i odporności na porastanie ziarna

Zmiany klimatu – wyzwania dla doradztwa, nauki oraz praktyki rolniczej

1. **Zmiany i zaburzenia w stosunkach wodnych** – konieczność inwestowania w systemy nawadniania, ograniczanie parowania z gleby, poszukiwanie roślin efektywniej gospodarujących wodą, ograniczanie erozji wodnej, zwiększanie retencji.
2. **Zmiany w produkcji roślinnej** – zagrożenie przymrozkami, wprowadzanie do uprawy gatunków ciepłolubnych, odmienna struktura upraw, możliwe spadki plonów, wzrost zagrożenia ze strony agrofagów – monitoring.
3. **Ryzyko degradacji gleby** – zapobieganie erozji wodnej i wietrznej, ograniczanie utraty materii organicznej oraz zasolenia.
4. **Zmniejszanie bioróżnorodność upraw** – spadek liczby uprawianych gatunków, który prowadzi m. in. do ograniczenia populacji owadów zapylających.

Zmiany klimatu – wyzwania dla doradztwa, nauki oraz praktyki rolniczej

5. **Wyzwania ekonomiczne i społeczne:** wzrost kosztów produkcji (nawadnianie, środki ochrony roślin), spadek dochodów rolników.
6. **Zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego:** długoterminowo, negatywne skutki zmian klimatu mogą wpłynąć na wielkość i stabilność produkcji żywności, stwarzając zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego na poziomie regionalnym i krajowym.

Odporność odmian w kontekście nowych patogenów i suszy

Odmiana, uznawana za jeden z głównych czynników wpływających na wielkość produkcji roślinnej, jest wynikiem prowadzenia prac hodowlanych mających na celu poprawę wybranych właściwości oraz cech rolniczych danego gatunku.

Ze względu na zagrożenia wynikające z postępujących zmian klimatycznych, coraz większego znaczenia nabierają cechy odporności/tolerancji na czynniki biotyczne (choroby, szkodniki), abiotyczne (wysokie/niskie temperatury, zakwaszenie gleby, zasolenie gleby, nadmiar/niedobór opadów).

Odporność odmian w kontekście nowych patogenów i suszy

Uprawa odmian które klasyfikowane są jako odporne/tolerancyjne w stosunku do określonych stresów biotycznych (chorób, szkodników) i abiotycznych (susza, mróz, wysoka temperatura, zasolenie) minimalizuje ryzyko związane z negatywną presją środowiska na uprawy, pozwalając na zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego.

Odporność odmian w kontekście nowych patogenów i suszy- resilience

Cechą szczególnie pożądaną w nowych odmianach jest zdolność do szybkiej regeneracji po wystąpieniu stresu (ang. resilience).

Jest to cecha szczególnie istotna z punktu widzenia zmian klimatycznych i związanych z nimi anomalii pogodowych.

Nie jest ona jednakże (jeszcze) uwzględniana w badaniach odmianowych prowadzonych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU).

Odporność odmian w kontekście nowych patogenów i suszy

Podstawowym źródłem informacji na temat odporności poszczególnych odmian roślin zbożowych na w/w czynniki stresowe są listy opisowe odmian publikowane przez tą instytucję. „Lista opisowa odmian roślin rolniczych - zbożowe” zawiera informacje, dotyczące tolerancji poszczególnych odmian roślin zbożowych na zakwaszenie gleb (oprócz kukurydzy) oraz odporności na choroby

**Uprawa w warunkach
zmian klimatu:
agrotechnika jest ważna!**



Rolnictwo zachowawcze

- stosowanie systemów nisko nakładowych, mulczowania oraz zmianowania
- ograniczenie lub rezygnacja z wykonywania orki (no tillage system), w uprawie roślin zbożowych, pozwala na zmniejszenie kosztów związanych z produkcją roślinną przy jednoczesnym ograniczeniu jej negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

Rolnictwo zachowawcze



Dbanie o dobrostan gleby

Zwiększanie zawartości materii organicznej w glebie (stosowanie nawozów naturalnych, mulczowanie, uprawa roślin motylkowych) pozwala na ograniczenie erozji gleby oraz wpływa korzystnie na gospodarkę wodną w glebie.

Stosowanie nawożenia dopasowanego do potrzeb nawozowych konkretnej uprawy, a co się z tym wiąże zmniejszenie ilości stosowanych nawozów mineralnych, przyczynia się do redukcji negatywnego ich wpływu na środowisko naturalne.

Efektywne gospodarowanie zasobami wody

Korzystanie głównie z wód opadowych, a ograniczanie sztucznego nawodnienia.

Podstawowe metody oszczędzania wody to: wprowadzanie upraw gatunków roślin odpornych na susze i zużywających mniej wody na wyprodukowanie użytecznej biomasy oraz ograniczanie wielkości parowania z powierzchni gleby.

Uprawa gatunków tolerancyjnych na niedobory wody



Proso (*Panicum milliaceum*)



Sorgo (*Sorghum Moensch*)

Efektywne gospodarowanie zasobami wody

Działania ograniczające nadmierne parowanie wody z gleby to m.in.:

- stosowanie nawozów naturalnych,
- stosowanie międzyplonów,
- szybka podorywka ścierniskowa po żniwach,
- preferowanie upraw form ozimych
- stosowanie obniżonych norm wysiewu, co umożliwia wytworzenie silniejszego systemu korzeniowego i mocniejsze rozkrzewienie.

#razem_tworzymy_AKIS

Radzików
05-870 Błonie
tel. +48 22 733 45 00
NIP: 5290007029
REGON: 000079480
e-mail: postbox@ihar.edu.pl
www.ihar.edu.pl/

Grzegorz Żurek

Dane kontaktowe: g.zurek@ihar.edu.pl



Materiał opracowany w ramach Dotacji Celowej MRiRW realizowanej przez IHAR-PIB: Zadanie 7.1 Prowadzenie działalności upowszechnieniowej, prowadzenie współpracy i wymiana wiedzy z praktyką w ramach systemu AKIS