

IX Szkolne Forum Badaczy

Biuletyn informacyjny



UNIWERSYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU

Uniwersyteckie Liceum
Ogólnokształcące

23 października 2025 r. (czwartek), aula ULO
IX Szkolne Forum Badaczy – Program

SESJA PRZEDPOŁUDNIOWA

Godz. 09.00–11.30

Sesja posterowa
Prezentacje prac badawczych

SESJA POPOŁUDNIOWA

Godz. 14.00–16.00

Wykład inauguracyjny:
prof. dr hab. Włodzisław Duch
Katedra Informatyki Stosowanej UMK Toruń
„Sztuczna inteligencja w naukach przyrodniczych”

Sesja posterowa
Prezentacje prac badawczych

Panel **„DOŚWIADCZENI — ADEPTOM”**

IX Szkolne Forum Badaczy przygotowali Autorzy prac badawczych, Opiekunowie prac badawczych – Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych, Wolontariusze.

Zespół nauczycieli przedmiotów przyrodniczych:

mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska (chemia)

mgr Mariusz Kamiński (fizyka)

mgr Bożena Kmieć (biologia)

mgr Arkadiusz Stańczyk (geografia)

mgr Anna Zaklikiewicz (geografia)

Szczególne podziękowania za wsparcie finansowe kierujemy do Rady Rodziców Uniwersyteckiego Liceum Ogólnokształcącego.

Od strony technicznej i organizacyjnej wsparli nas:

Biuletyn, strona Forum – Jakub Ptaszkiewicz, Maja Obrębska

Prowadzenie sesji Forum – Lena Woda, Maciej Paderewski

Plakat – Łucja Minikowska

Wolontariusze – Mikołaj Baiński, Maria Drabkowska, Martyna Gąsecka, Klaudia Kwiatkowska, Zofia Lubiszewska, Maria Schmelter

UNIWERSYTECKIE LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

ul. Szosa Chełmińska 83, 87-100 Toruń

tel: +48 56 655 5560

fax: +48 56 655 5253

e-mail: szkola@liceum.umk.pl

© Uniwersyteckie Liceum Ogólnokształcące w Toruniu, 2025

Spis treści

Wpływ elementów budowy silnika elektromagnetycznego na jego działanie Jakub Bobiński, Jan Sychalski.....	2
Wpływ preparatu BactoFungi Stop na kiełkowanie i początkowy wzrost kukurydzy zwyczajnej (<i>Zea mays</i> L.), chwastnicy jednostronnej (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) i szarłat szorstkiego (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) Emilia Budrewicz.....	3
Efekt skaczącej kropli Antoni Chowaniak.....	4
Sekrety folii aluminiowej Zofia Ciechanowska, Lena Woda, Lena Taflńska.....	5
Kropelkowe reakcje – czyli chemia w mikroskali Julia Czupryńska.....	6
Analiza sekwencji promotorowych genów RelA/SpoT Homolog (RSH) u wybranych gatunków roślin uprawnych z rodzin amarylkowate (<i>Amaryllidaceae</i> J.St.-Hill) i kapustowate (<i>Brassicaceae</i> Burnett) Weronika Dembińska.....	7
Ile wapnia w szklance mleka? Zofia Empel.....	8
Wpływ roztworu FeCl ₂ o różnych stężeniach na kiełkowanie i początkowy wzrost rzodkwi zwyczajnej (<i>Raphanus sativus</i> L.) odmiany Milej oraz żyta zwyczajnego (<i>Secale cereale</i> L.) Dawid Gevers.....	9
Analiza składu mosiądzu różnymi metodami Mikołaj Głodowski, Jakub Urbański.....	10
Wpływ pocierania pąków wierzchołkowych na wzrost rozsady pomidora (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) odmiany „Malinowy Ożarówski” Magdalena Janiak.....	11
Powietrzna kieszeń Wiktor Jankowski.....	12
Zagospodarowanie przestrzeni publicznej gminy Wielka Nieszawka do celów rekreacji Julia Janus.....	13
Światłne wzory Kornelia Kaczmarek.....	14
Wpływ roztworu chromu (K ₂ Cr ₂ O ₇) o różnych stężeniach na kiełkowanie nasion soi zwyczajnej (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) oraz groszku pachnącego (<i>Lathyrus odoratus</i> L.) Laura Pietruszka.....	15
Uczenie maszynowe w analizie energii kryształów organicznych: uproszczona alternatywa dla modeli uniwersalnych Alex Rymarski (ULO Toruń), Katarzyna Kuszner (IX LO Warszawa), Szymon Szymański (III LO Gdynia).....	16
Biopolimery w modzie – biodegradowalne guziki Oliwia Starzyńska, Pola Penther, Larysa Bednarek.....	17
Oznaczanie zawartości kwasu askorbinowego w wybranych lekach i produktach spożywczych Martyna Tomczak, Maja Wasilewska.....	18
Uwarunkowania i możliwości rozwoju turystyki w Debrznie Monika Wilk.....	19
Wpływ traktowania nasion siarczanem(VI) cynku ZnSO ₄ na kiełkowanie pszenicy zwyczajnej (<i>Triticum aestivum</i> L.) w stresie solnym Wojciech Żbikowski.....	20

Wpływ elementów budowy silnika elektromagnetycznego na jego działanie

Jakub Bobiński, Jan Spsychalski
Opiekun: mgr Mariusz Kamiński

Celem projektu było zbudowanie oraz zbadanie działania prostego silnika elektromagnetycznego typu homopolarnego. Silnik składał się z baterii AA, miedzianego przewodu, magnesu i stalowej śruby. Przeprowadziliśmy serię doświadczeń, mających na celu sprawdzenie wpływu różnych parametrów na prędkość obrotową silnika. Badaliśmy znaczenie rodzaju i rozmiaru magnesu, siły elektromotorycznej ogniwa oraz długości śruby.

Wyniki doświadczeń wykazały, że kluczowe znaczenie dla efektywnego działania silnika mają:

- siła i rozmiar magnesu,
- napięcie ogniwa.

Długość śruby nie wpływała istotnie na prędkość obrotów.

Literatura

1. https://zf.if.uj.edu.pl/WFD/Silnik_jednobiegunowy.pdf
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Homopolar_motor

Wpływ preparatu BactoFungi Stop na kiełkowanie i początkowy wzrost kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.), chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* L.) i szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus* L.)

Emilia Budrewicz

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Chcąc zapewnić wysoką jakość plonów oraz ograniczyć straty związane z występowaniem szkodników oraz chwastów na polach uprawnych, w rolnictwie powszechnie stosuje się pestycydy. Prowadzi to do akumulacji tych substancji w środowisku, co stanowi zagrożenie m.in. dla pożytecznych mikroorganizmów glebowych, a także ma negatywny wpływ na zdrowie człowieka [1]. Przyjazną dla środowiska alternatywą takich praktyk rolniczych są dostępne w handlu biostymulatory mikrobiologiczne [2]. Przykładem takiego środka jest preparat BactoFungi Stop firmy BactoTech zawierający 2 gatunki bakterii (*Bacillus amyloliquefaciens* oraz *Bacillus subtilis*) mające wspomagać rozwój roślin i przywracać równowagę mikrobiologiczną gleby [3]. Celem pracy było sprawdzenie czy preparat ten zwiększa liczbę wykiełkowanych nasion oraz długość pędów kukurydzy zwyczajnej, a jednocześnie ocenie jego wpływu na niepożądane gatunki roślin towarzyszących.. Były nimi jednoroczne rośliny ciepło-, światło- i azotolubne: kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.), chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.) i szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.). Nasiona próby badawczej zaprawiono preparatem BactoFungi Stop w pierwszym dniu doświadczenia. Postawiono hipotezę, że preparat BactoFungi Stop zwiększy siłę kiełkowania i początkowy wzrost kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays* L.), chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* L.) i szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus* L.) Na podstawie otrzymanych wyników nie potwierdzono zwiększonej liczby wykiełkowanych nasion ani wzrostu długości pędów badanych roślin w obecności preparatu - brak różnic istotnych statystycznie.

Literatura

1. Kowalska G (2019). Pestycydy – zakres i ryzyko stosowania, korzyści i zagrożenia- praca przeglądowa. *Annales Horticulturae*, 29(2), 5-25. Dostępny https://www.researchgate.net/publication/339069508_Pestycydy_zakres_i_ryzyko_stosowania_korzysci_i_zagrozenia-praca_przegladowa_Pesticides_scope_and_risk_of_use_benefits_and_hazards_A_review na: Dostęp 23.12.2024
2. du Jardin P (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. Dostępny na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021> Dostęp 23.12.2024
3. <https://bactotech.pl/pl/produkty/bactofungi-stop> Dostęp 23.12.2024.
4. Miler N, Tymoszuć A, Woźny A, Michałik T, Wiśniewska J, Kulus D (2024). Microbiological Biostimulants in the Improvement of Extended Storage Quality of In Vitro-Derived Plants of Popular Ornamental Perennials. *Agronomy* 14, 289. Dostępny na: <https://doi.org/10.3390/agronomy14020289> Dostęp 23.12.2024.
5. Kalitkiewicz A, Kępczyńska E (2008). Wykorzystanie ryzobakterii do stymulacji wzrostu roślin. *Biotechnologia* 2(81), 108 Dostępny na: https://rcin.org.pl/Content/73900/POZN271_96712_biotechnologia-2008-nr2-kalitkiewicz.pdf Dostęp: 23.12.2024.

Efekt skaczącej kropli

Antoni Chowaniak

Opiekun: mgr Mariusz Kamiński

Celem pracy było zbadanie zjawiska „skaczącej kropli” na powierzchniach o różnej hydrofobowości oraz określenie, od czego zależy współczynnik sprężystości odbicia e . Eksperymenty przeprowadzono dla kropli wodnych o średnicy $D \approx 4$ mm z użyciem statywu, pipety, kamery 240 fps badano trzy podłoża: sadzę świecową (kąt zwilżania $\theta \approx 160^\circ$), PTFE ($\theta \approx 108^\circ$) oraz szkło kontrolne ($\theta \approx 32^\circ$); wysokości upuszczeń H wynosiły 20-30 cm. Pomiar wysokości odbicia h_1 i obliczenie $e = \sqrt{h_1/H}$ wykazały wartości $e = 0,38 \pm 0,02$ dla sadzy oraz $e = 0,30 \pm 0,02$ dla PTFE, przy czym e okazał się niezależny od H w badanym zakresie ($We < 10$). Na podstawie porównania z klasycznymi modelami oscylacji Rayleigha i nowszymi wynikami literatury interpretowano, że główne straty energii zachodzą podczas odrywania linii kontaktu, a niższe e dla PTFE są spójne z większą histerezą kąta. Wyniki potwierdzają, że odbicie kropli wymaga nadmiernej hydrofobowości i niskiej histerezy kąta; obserwowane zależności mają znaczenie praktyczne w zastosowaniach typu anti-icing, samooczyszczanie i mikro-fluidyka.

Literatura

1. D. Quéré et al., „Bouncing Water Drops”, Europhys. Lett., 2000, 50(6), 769-775.
2. D. Richard & D. Quéré, „Contact Time of a Bouncing Drop”, Nature, 2002, 417, 811.
3. C. Clanet et al., „Water Spring: A Model for Bouncing Drops”, EPL, 2003, 62, 237-243.
4. C. Thenarianto et al., „Energy Loss for Droplets...”, ChemRxiv, 2022.
5. Z. Yuan et al., „Candle Soot Superhydrophobic Coatings”, Appl. Phys. A, 2016, 122, 205.

Sekrety folii aluminiowej

Zofia Ciechanowska, Lena Woda, Lena Taflńska
Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

Glin (łac. aluminium) to niezwykle lekki metal, stosunkowo odporny na działanie czynników atmosferycznych (ulega pasywacji). Ze względu na swoje właściwości stosowany jest do wyrobu naczyń, sztuców, puszek, stelaży do sprzętu turystycznego, w lotnictwie, no i do produkcji folii aluminiowej, którą znamy z życia codziennego.

Celem naszej pracy było sprawdzenie, czy folia aluminiowa może ulegać niekorzystnym przemianom w kontakcie z wybranymi produktami spożywczymi oraz ustalić, czy podana w internecie informacja o 100% zawartości glinu, w tym materiale jest prawdziwa.

Po przeprowadzeniu analizy ustaliliśmy, że pomimo tego, że folia aluminiowa reaguje dość gwałtownie z kwasami i zasadami, to krótkotrwałe (48 godzin) przechowywanie w niej żywności nawet kwaśniej (ogórki konserwowe, cytryna), nie zmienia znacząco jej wyglądu. Ponadto w rezultacie naszego badania ustaliliśmy, że folia spożywcza zawiera około 4% domieszek nie reagujących z kwasami i zasadami, co nie powinno dziwić, bo badany materiał to raczej stop, a nie czysty metal.

Literatura

1. Jerzy Minczewski, Zygmunt Marczenko (2012). Chemia analityczna. 1, Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa
2. Jerzy Minczewski, Zygmunt Marczenko (2004). Chemia analityczna. 2, Chemiczne metody analizy ilościowej

Kropelkowe reakcje – czyli chemia w mikroskali

Julia Czupryńska

Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

W chemii istnieje wiele sposobów prowadzenia reakcji, jednak jednym z najciekawszych i najbardziej efektownych są tzw. reakcje kropelkowe. Polegają one na przeprowadzaniu reakcji chemicznych w bardzo małych objętościach – zazwyczaj jednej lub kilku kropli cieczy.

Celem mojej pracy było zaprezentowanie wybranych kropelkowych reakcji chemicznych, które można z powodzeniem wykonać w warunkach szkolnych lub pokazowych. Skupiłam się na reakcjach barwnych, strąceniowych oraz redoks, które łatwo zaobserwować na szkiełku zegarkowym, płytce porcelanowej czy papierze. Przygotowałam zestaw doświadczeń, które pokazują zarówno walory edukacyjne, jak i widowiskowość reakcji zachodzących w kropli. Dzięki minimalnej ilości odczynników i odpadów, metoda ta jest ekonomiczna, bezpieczna oraz idealna do pracy w szkole.

Literatura

1. Bielański, A., Chemia ogólna i nieorganiczna, Wydanie VIII, Warszawa 1982.
2. Litwin, M., Styka-Wlazło, S., Szymońska, J., To jest chemia. Podręcznik do liceum, Nowa Era.

Analiza sekwencji promotorowych genów RelA/SpoT Homolog (RSH) u wybranych gatunków roślin uprawnych z rodzin amarylkowate (*Amaryllidaceae* J.St.-Hill) i kapustowate (*Brassicaceae* Burnett)

Weronika Dembińska

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Rośliny wykształciły mechanizmy dostosowujące je do trudnych warunków środowiska, w tym odpowiedź ścisłą (ang. stringent response), która opiera się na alarmonach - głównie guanozyno tetra- i penta fosforanach-pp(p)Gpp. Za hydrolizę alarmonów odpowiadają białka kodowane przez gen RSH1 z grupy genów RSH (RelA/SpoT Homolog), pierwotnie opisanej u *Escherichia coli*. Alarmony kontrolują aktywność metaboliczną rośliny, w tym proces fotosyntezy oraz rozprowadzanie składników odżywczych tam, gdzie są potrzebne, więc regulują jej wzrost i rozwój [1]. Sekwencje promotorowe genów znajdujące się powyżej miejsca rozpoczęcia transkrypcji zawierają elementy cis-regulatorowe (CRE), które za pośrednictwem czynników transkrypcyjnych kontrolują ekspresję danego genu [5]. Celem poniższej pracy była analiza promotorów genów RSH1 u *Brassica napus*, *Brassica oleracea*, i *Raphanus sativus* z rodziny kapustowate *Brassicaceae* Burnett oraz *Allium sativum* z rodziny amarylkowate *Amaryllidaceae* J.St.-Hill.

Do jakościowego i ilościowego oznaczenia zawartości motywów w sekwencjach u poszczególnych gatunków wykorzystano metodę in silico. Wyniki przedstawiono na wykresach w formie udziału procentowego motywów o danej funkcji. Analiza wykazała zarówno podobieństwa i różnice w procentowym składzie CRE o danych funkcjach w promotorach genów RSH1 u badanych gatunków, jak i również ukazała różnorodność rodzajów CRE obecnych w badanych sekwencjach.

Literatura

1. Dąbrowska GB, Turkan S, Tylman – Mojżesz W, Mierek – Adamska A (2021) In silico study of the rsh (Rela/spot homologs) gene family and expression analysis in response to pgpr bacteria and salinity in *Brassica napus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 1;22(19):10666
2. Hafidh RR, Abdulmir AS, Bakar FA, Jalilian FA, Jahanshiri F, Abas F, Sekawi Z (2013). Novel anticancer activity and anticancer mechanisms of *Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*. *European Journal of Integrative Medicine*, 5(5), 450–464.
3. Nouroz F, Mehboob M, Noreen S, Zaidi F, Mobin T. (2015). A review on anticancer activities of garlic (*Allium sativum* L.). *Middle East Journal of Scientific Research*, 23(6), 1145–1151.
4. Sorial AM (2022). Anticancer and Antioxidant Effects of *Brassica napus* and *Raphanus sativus* Seed Oils against Chemically Induced Liver Cancer in Rats. *EC Veterinary Science*, 7, 16–36.
5. Wdowikowska A (2018) Charakterystyka sekwencji promotorowych w genach roślinnych i rola czynników transkrypcyjnych w odpowiedzi na stres abiotyczny i biotyczny. *Postępy biologii komórki*, TOM 45 2018 NR 3 (247–264).
6. Yu XiaXia YX, Zhang WenJin ZW, Zhang Yu ZY, Zhang XiaoJia ZX, Lang DuoYong LD, Zhang XinHui ZX. (2019). The roles of methyl jasmonate to stress in plants. *Functional Plant Biology*, 46(3), 197–212
7. Pengtao Yang, Yu Yuan, Chao Yan, Yue Jia, Qi You, Lingling Da, Ao Lou, Bingsheng Lv, Zhonghua Zhang, Yue Liu. (2024). AlliumDB: A central portal for comparative and functional genomics in *Allium*. *Horticulture Research*. doi: 10.1093/hr/uhad285.
8. National Center for Biotechnology Information (NCBI)[Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information; [1988] – [cited 2024 December 29]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
9. PlantCARE: a database of plant cis-acting regulatory elements and a portal to tools for in silico analysis of promoter sequences. Lescot, M., Déhais, P., Moreau, Y., De Moor, B., Rouzé, P., and Rombauts, S., *Nucleic Acids Res.*, Database issue (2002), 30(1):325–327.

Ile wapnia w szklance mleka?

Zofia Empel

Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

Wapń w naszym organizmie występuje w postaci związków chemicznych i jest jednym z kluczowych makroelementów, gdyż pełni wiele funkcji (m.in. jest składnikiem kości, uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, reguluje aktywność hormonów i enzymów).

W swojej pracy zajęłam się oznaczaniem zawartości wapnia w różnych napojach oraz suplementach. Chciałam poznać technikę oznaczania kompleksometrycznego i sprawdzić, czy w warunkach szkolnych da się wiarygodnie oznaczyć zawartość tego pierwiastka. Produkty, które wybrałam do analizy to: woda kranowa, woda mineralizowana, mleko i tabletki z wapniem. Wyniki porównałam z danymi z etykiet i oszacowałam, jaką ilość danego produktu należałoby spożyć, aby pokryć dzienne zapotrzebowanie na ten pierwiastek.

Dzięki realizacji projektu poznałam zarówno teoretyczne podstawy reakcji kompleksowania, jak i praktyczne aspekty pracy laboratoryjnej, takie jak przygotowanie roztworów i próbek, miareczkowanie oraz interpretację wyników. Sama analiza nie jest zbyt trudna i z pewnością można ją wykonywać w warunkach szkolnych.

Literatura

1. Jerzy Minczewski, Zygmunt Marczenko (2004). Chemia analityczna. 2, Chemiczne metody analizy ilościowej
2. https://www.doz.pl/czytelnia/a1-Wapn_i_mocne_kosci - (dostęp 15.09.2025 r.)

Wpływ roztworu FeCl_2 o różnych stężeniach na kiełkowanie i początkowy wzrost rzodkwi zwyczajnej (*Raphanus sativus* L.) odmiany Milej oraz żyta zwyczajnego (*Secale cereale* L.)

Dawid Gevers

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu różnych stężeń roztworu chlorku żelaza(II); FeCl_2) na kiełkowanie i początkowy wzrost rzodkwi zwyczajnej (*Raphanus sativus* L.) odmiany Milej oraz żyta zwyczajnego (*Secale cereale* L.). Zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, w tym jonami żelaza, stanowią narastający problem środowiskowy, dlatego podjęto próbę oceny ich wpływu na wczesne etapy rozwoju roślin.

Doświadczenie wykonano w warunkach laboratoryjnych, stosując roztwory FeCl_2 o stężeniach 0,5%, 1% i 1,5% oraz próbę kontrolną (woda destylowana). Nasiona moczoło w roztworach przez 8 godzin, a następnie wysiewano do szalek Petriego. Przez siedem dni obserwowano procent wykiełkowanych nasion oraz średnią długość siewek.

Wyniki wykazały, że wyższe stężenia FeCl_2 (1% i 1,5%) znacząco hamowały kiełkowanie i wzrost roślin, co potwierdza toksyczny wpływ jonów żelaza (II) w dużych ilościach. Najniższe stężenie (0,5%) nie powodowało istotnych negatywnych efektów, a w przypadku żyta niekiedy lekko stymulowało wzrost.

Otrzymane dane wskazują, że nadmiar żelaza (II) w środowisku może ograniczać wczesny rozwój roślin, natomiast jego niewielkie ilości nie stanowią zagrożenia. Wyniki te podkreślają potrzebę dalszych badań nad wpływem metali ciężkich na procesy kiełkowania i wzrostu oraz nad ich akumulacją w glebie.

Literatura

1. Clemens S., Palmgren, MG., Krämer, U. (2002). A long way ahead: Understanding and engineering plant metal accumulation. *Trends in Plant Science*, 7(7), 309–315. DOI: 10.1016/S1360-1385(02)02295-1
2. Grzyś E. (2004). Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 502(1), 89–99. Dostępny na: <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro/article-7d10132d-7fd1-4870-b6fe-2eb5a5507899> Dostęp 06.01.2025
3. Sawidis T., Halley J., Llupo S., Bellos D., Veros D., Symeonidis L. (2014). Nickel and iron concentrations in plants from mining area pogradec, albania. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(4), 861–871. Dostępny na: <https://eemj.eu/index.php/EEMJ/article/view/1863> Dostęp 06.01.2025

Analiza składu mosiądzu różnymi metodami

Mikołaj Głodowski, Jakub Urbański

Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

Mosiądz to stop głównie miedzi i cynku, który jest znany już od starożytności. Na przestrzeni wieków wykorzystywany był do wyrobu różnych przedmiotów, m.in. instrumentów muzycznych, naboju, klamek, monet, armatury i innych przedmiotów „codziennego użytku”. W celu poprawy jego właściwości fizyko-chemicznych, do stopu podstawowego (Cu+Zn) dodawane są często domieszki innych pierwiastków. Niewielkie ilości domieszek sprawiają, że nie tylko trudno je wykryć i oznaczyć, ale również mogą być przyczyną błędów w ilościowym oznaczaniu głównych składników. Z tym problemem zetknęliśmy się w swojej pracy.

Celem naszej pracy było określenie składu procentowego metali wykorzystanych do produkcji łusek naboju. Wykorzystaliśmy znajomość analizy jakościowej i ilościowej do ustalenia składu badanego stopu. Za pomocą metod ilościowych przeprowadziliśmy: oznaczenia kompleksometryczne cynku, jodometryczne miedzi oraz dla porównania przeprowadziliśmy elektrolizę roztworzonego stopu, oznaczając wagowo wydzieloną miedź. Wyniki naszych analiz świadczą, o tym że zawartość miedzi w badanym stopie stanowi ok. 62%, cynku ok. 36%, a pozostałą zawartość stanowi prawdopodobnie cyn.

Literatura

1. Kasapovic, Dejana & Bikić, Farzet. (2023). Investigation of the effect of the addition H₂O₂ on the general corrosion of brass in hydrochloric acid.
2. Jerzy Minczewski, Zygmunt Marczenko (2004). Chemia analityczna. 2, Chemiczne metody analizy ilościowej
3. https://emetal.eu/mosiadz/mosiadz-ISO_-CuZn40-EN_-CW509L-DIN_-CuZn40-wnr_-2.0360-PN_- (dostęp 3.09.2025r.)
4. <https://marz-kreations.com/Chemistry/160-Chemistry.html> (dostęp 3.09.2025r.)

Wpływ pocierania pąków wierzchołkowych na wzrost rozsady pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) odmiany „Malinowy Ożarowski”

Magdalena Janiak

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Do uprawy pomidorów pod osłonami zazwyczaj stosuje się rośliny z wcześniej przygotowanej rozsady. Prawidłowo przygotowane rośliny powinny charakteryzować się zwartym pokrojem, krótką i grubą łodygą [2]. Te cechy zapewniają roślinie odporność na czynniki stresowe oraz zmniejszają podatność na uszkodzenia mechaniczne. Wymienione rezultaty można było uzyskać stosując daminozyd, jednak został on sklasyfikowany jako substancja możliwie rakotwórcza dla człowieka [5], w związku z czym pojawiło się zapotrzebowanie na inne, bezpieczne dla zdrowia konsumentów metody kontroli wzrostu roślin, do których należy stres mechaniczny [1]. Celem doświadczenia było zbadanie wpływu pocierania pąków wierzchołkowych pomidora odmiany Malinowy Ożarowski na długość łodygi, grubość łodygi, liczbę liści/pęd oraz obecność pąków kwiatowych u badanych roślin. Przeprowadzono próbę kontrolną, próbę badawczą A i próbę badawczą B pocierane odpowiednio 0 razy/dzień, 40 razy/dzień, 80 razy/dzień. Doświadczenie prowadzono 7 tygodni, 2 tygodnie poświęcono na przygotowanie siewek, pozostałe 5 na pocieranie wskazanych prób. Aplikacja stresu mechanicznego spowodowała, że długość łodygi w obu grupach badawczych była mniejsza, natomiast grubość łodygi większa, niż w próbie kontrolnej. Nie zauważono znaczących różnic poza grubością łodygi między grupami badawczymi.

Literatura

1. Garner LC, Björkman T (1999). Mechanical Conditioning of Tomato Seedlings Improves Transplant Quality without Deleterious Effects on Field Performance. *HortScience*. 34(5): 848–851.
2. Głowacka B (2002). Wpływ barwy światła na wzrost rozsady pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*. 1(2): 93–103.
3. Johjima T, Latimer JG, Wakita H (1992). Brushing Influences Transplant Growth and Subsequent Yield of Four Cultivars of Tomato and Their Hybrid Lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(3): 384–388.
4. Latimer JG, Thomas PA (1991). Application of Brushing for Growth Control of Tomato Transplants in a Commercial Setting. *HortTechnology*. 1(1): 109–110.
5. U.S. Environmental Protection Agency. (1993). *Reregistration Eligibility Decision (RED) for Daminozide*. EPA 738-R-93-005.

Powietrzna kieszeń

Wiktor Jankowski

Opiekun: mgr Mariusz Kamiński

Celem doświadczenia było zbadanie, jak parametry strumienia powietrza (średnica słomki, prędkość dmuchania, odległość od powierzchni, gęstość cieczy i wielkość naczynia) wpływają na powstawanie wgłębienia na powierzchni wody.

Wyniki badań:

- Średnica słomki: mniejsza średnica → głębsze, skoncentrowane wgłębienie; większa średnica → szersze, ale płytsze.
- Prędkość powietrza: większa prędkość → silniejsze oddziaływanie, głębsze i większe wgłębienie.
- Odległość słomki od wody: mniejsza odległość → mocniejsze działanie strumienia; większa → efekt słabszy i rozproszony.
- Gęstość cieczy: ciecz gęstsza → trudniejsze powstawanie wgłębienia; ciecz rzadsza → łatwiejszy efekt.
- Wielkość naczynia: w małym naczyniu powietrze łatwiej się rozprasza, w dużym efekt jest stabilniejszy.

Wnioski:

Objętość i głębokość wgłębienia zależą głównie od prędkości strumienia i średnicy słomki. Dodatkowy wpływ mają odległość od powierzchni, właściwości cieczy i rozmiar naczynia.

Literatura

1. https://www.researchgate.net/publication/233862041_A_Mathematical_Model_of_an_Impinging_Air_Jet_on_a_Water_Surface
2. <https://pubs.aip.org/aip/pof/article/22/4/042103/314644/Deformation-of-a-liquid-surface-due-to-an>
3. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=113041>

Zagospodarowanie przestrzeni publicznej gminy Wielka Nieszawka do celów rekreacji

Julia Janus

Opiekun: mgr Anna Zaklikiewicz

W dobie postępu technologicznego i popularyzacji pracy biurowej rośnie społeczne zapotrzebowanie na ogólnodostępne obiekty umożliwiające aktywny wypoczynek. Zaliczają się do nich place zabaw, siłownie zewnętrzne i ścieżki rowerowe. W tego typu infrastrukturę gminy inwestują często, ale czy są to inwestycje przemyślane?

W mojej pracy, na przykładzie miejscowości Mała Nieszawka i Wielka Nieszawka w gminie Wielka Nieszawka (powiat toruński), zbadałam sposób zagospodarowania przestrzeni publicznej pod obiekty infrastruktury sportowo-rekreacyjnej. Analiza miała na celu ocenę ich dostępności, zróżnicowania form rekreacji, stanu technicznego i częstotliwości użytkowania. Aby poznać potrzeby mieszkańców i określić ich zadowolenie z istniejących obiektów przeprowadziłam ankietę, w której wzięło udział 76 respondentów.

Moja praca stanowi szczegółową ocenę stanu infrastruktury sportowo-rekreacyjnej w analizowanych miejscowościach, zwraca uwagę na jej aktualne problemy oraz wskazuje kierunki dalszego rozwoju, w oparciu o potrzeby lokalnej społeczności.

Literatura

1. „Uczestnictwo w sporcie i rekreacji ruchowej”, GUS, 2021
2. https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5495/4/4/1/uczestnictwo_w_sporcie_i_rekreacji_ruchowej_w_2021_r.pdf

Świetlne wzory

Kornelia Kaczmarek
Opiekun: mgr Mariusz Kamiński

Celem doświadczenia jest analiza dyfrakcyjno-interferencyjnych wzorów świetlnych powstających podczas oświetlenia zwisającej kropli wody wiązką laserową. Kropla, działająca jako sferyczny mikrorezonator optyczny, generuje złożone struktury intensywności wynikające z superpozycji fal odbitych, załamanych i rozproszonych, co zgodne jest z przewidywaniami teorii Lorentza–Miego. Zarejestrowane wzory o osiowej symetrii stanowią empiryczną ilustrację nieliniowych efektów propagacji światła w ośrodkach o zmiennej krzywiźnie i potwierdzają interferencyjny charakter rozpraszania w mikrostrukturach ciekłych

Literatura

1. Bohren, C. F., & Huffman, D. R., Absorption and Scattering of Light by Small Particles, New York: Wiley-Interscience, 1983
2. Frackowiak, B., & Tropea, C., Analysis of the fluorescence signal from a single droplet using a model based on the Lorenz–Mie theory and on ray-tracing methods, ILASS-Europe 2010
3. Lock, J. A., Theory of the observations made of high-order rainbows from a single water droplet, Applied Optics, 1987

Wpływ roztworu chromu ($K_2Cr_2O_7$) o różnych stężeniach na kiełkowanie nasion soi zwyczajnej (*Glycine max* (L.) Merr.) oraz groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus* L.)

Laura Pietruszka

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Soja zwyczajna (*Glycine max* (L.) Merr.) jest jedną z najpowszechniej używanych roślin hodowanych na całym świecie i wykazuje właściwości lecznicze przy wielu chorobach, w tym cukrzycy i osteoporozie pomenstrualnej [1]. Z niej można wytworzyć wiele produktów spożywczych, w tym bezpieczne do spożywania mleko dla osób z nietolerancją na laktozę. Z kolei groszek pachnący (*Lathyrus odoratus* L.) jest często hodowany jako roślina ozdobna i używany jako pasza, stanowi źródło antyoksydantów [5]. $K_2Cr_2O_7$ – dichromian potasu jest silnym utleniaczem czasem szkodzącym środowisku, a przy wyższej temperaturze uwalnia metal ciężki – chrom (Cr) [2]. Wybrałam taki temat pracy, gdyż szczególnie w ostatnich latach chrom jest powszechniej używanym metalem w produkcji węgla aktywnego, silikonów, farb, barwników, itp., więc częściej dochodzi do zanieczyszczeń wód/ziem tym metalem. Badanie miało na celu sprawdzić czy związek chemiczny $K_2Cr_2O_7$ zawierający metaliczny pierwiastek – chrom - w różnych stężeniach, wpłynie na kiełkowanie nasion soi zwyczajnej (*Glycine max* (L.) Merr.) oraz groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus* L.). Moja hipoteza obejmowała założenie, że chrom w związku $K_2Cr_2O_7$ będzie negatywnie wpływał na liczbę wykiełkowanych nasion i wysokość siewek obu roślin badanych – soi zwyczajnej oraz groszku pachnącego.

Przez 96h moczyłam nasiona tych roślin w stężeniach 0.0mM, 0.8mM, 1.6mM i 3.2mM dichromianu potasu - $K_2Cr_2O_7$. W ciągu eksperymentu sprawdzałam liczbę wykiełkowanych nasion co 6h. W ostatnim dniu doświadczenia zmierzyłam wysokość siewek. Najwięcej nasion wykiełkowanych wśród prób z soją było w próbie kontrolnej (stężenie $K_2Cr_2O_7$: 0.0mM), a wśród prób z groszkiem - próbie z stężeniem 1.6mM $K_2Cr_2O_7$. Natomiast największy wzrost siewki osiągnęły w próbie kontrolnej - nasiona soi i w stężeniu 1.6mM - nasiona groszku.

Literatura

1. Colletti A., Attrovio A., Boffa L., Mantegna S., Cravotto G. (2020) Valorisation of By-Products from Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Processing. *Molecule* 25(9):2129.
2. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24502> . Dostęp 08.08.2005.
3. Jun R., Ling T., Guanghua Z., (2009) Effects of chromium on seed germination, root elongation and coleoptile growth in six pulses. *International Journal of Environmental Science and Technology* 6 (4), 571–578.
4. Prasad S., Yadav K., Kumar S., Gupta N, Cabral-Pinto M., Rezania S., Neyara R., Alam J. (2021) Chromium contamination and effect on environmental health and its remediation: A sustainable approaches. *Journal of Environmental Management* 285, 112–174.
5. Ul Haq U., Hussain M., Sharif A. (2019) Antioxidant Potential of *Cuscuta reflexa* and *Lathyrus odoratus*. *Pakistan Journal of Medical and Biological Sciences* 2(1).

Uczenie maszynowe w analizie energii kryształów organicznych: uproszczona alternatywa dla modeli uniwersalnych

Alex Rymarski (ULO Toruń), Katarzyna Kuszner (IX LO Warszawa),
Szymon Szymański (III LO Gdynia)
Opiekun naukowy: Krystyna Syty (MISMaP)

*Projekt zrealizowany w ramach sesji posterowej obozu Klubu Astronomicznego
Almukantarat*

Projektowanie nowych materiałów wymaga szybkiego i dokładnego przewidywania energii cząsteczek w sieciach krystalicznych. Tradycyjne metody kwantowo-mechaniczne, takie jak DFT, zapewniają wysoką precyzję, lecz ich ogromny koszt obliczeniowy ogranicza praktyczne zastosowania. Z tego powodu coraz większe zainteresowanie budzą metody oparte na sztucznej inteligencji, a w szczególności sieci neuronowe uczące się zależności pomiędzy strukturą atomową, a energią układu. W ramach projektu nasz zespół opracował własny model sieci neuronowej do przewidywania energii kryształów organicznych. W odróżnieniu od istniejących rozbudowanych architektur, takich jak MACE, model jest prostszy i wyspecjalizowany pod kątem konkretnego typu materiału. Dzięki temu może być łatwiejszy do trenowania, bardziej efektywny obliczeniowo i jednocześnie dostosowany do szczególnych potrzeb wybranych zastosowań. Projekt miał na celu pokazać, że również małe zespoły mogą prowadzić badania nad projektowaniem nowych materiałów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji bez konieczności korzystania z kosztownej infrastruktury obliczeniowej.

1.

Literatura:

1. Syty, K., Czekalo, G., Pham, K. N. i Modrzejewski, M., 'Multi-Level Coupled-Cluster Description of Crystal Lattice Energies', *Journal of Chemical Theory and Computation*, 2025, 21, 5533–5544
2. Batatia, I., Benner, P., Chiang, Y., i inni, 'A foundation model for atomistic materials chemistry'

Biopolimery w modzie – biodegradowalne guziki

Oliwia Starzyńska, Pola Penther, Larysa Bednarek

Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

Biopolimery to związki wielkocząsteczkowe produkowane m.in. przez organizmy żywe. Wchodzą w skład komórek, ale są również materiałem budulcowym na obszarach międzykomórkowych. W przemyśle biopolimery wykorzystywane są przy produkcji opakowań na żywność, tworzyw konstrukcyjnych i włókien. W przemyśle papierniczym wykorzystywane są jako tworzywa pochłaniające wilgoć, ponieważ większość tworzyw wykonanych z biopolimerów jest hydrofilowa. Atutem tworzyw wykonanych z biopolimerów jest znacznie mniejszy czas rozkładu w porównaniu do tworzyw syntetycznych. Biopolimery dzielą się na trzy grupy: polisacharydy, polinukleotydy oraz polipeptydy i białka. W naszej pracy skupiliśmy się na polipeptydach i białkach.

Kazeina to biopolimer - białko zawarte w mleku. Stanowi 3/4 ogólnej ilości białek mleka. Jest materiałem budulcowym do syntezy hemoglobiny i białek osocza krwi. Nasza praca miała na celu sprawdzenie rozpuszczalności biopolimeru - białka kazeinowego z mleka krowiego, w HCl, NaOH (o różnych stężeniach) oraz w H₂O. Praca badawcza wykonana była z myślą o znalezieniu najefektywniejszej metody utylizowania tworzyw wykonanych z biopolimeru, który mógłby być potencjalnym zamiennikiem tworzyw sztucznych wykorzystywanych w dzisiejszych czasach.

Podczas pracy nad projektem w nasze ręce wpadła książka "Z tworzywami sztucznymi na Ty" Stefana Sękowskiego, w której znaleźliśmy informacje o wykorzystywaniu biopolimerów z mleka krowiego do wyrobu biodegradowalnych guzików. Przez plastyczną naturę bioplastiku z białka kazeinowego z łatwością można było nadać mu oczekiwany kształt guzików. Guziki wykonane z biopolimeru potrzebowały dwóch tygodni na całkowite wyschnięcie. Guziki z białka kazeinowego są świetnym zamiennikiem tych wykonanych z tworzyw syntetycznych.

Literatura

1. Z tworzywami sztucznymi na Ty" - Stefan Sękowski
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biopolymer>
3. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kazeina>
4. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Galalit>
5. <https://www.rynekfarb.pl/biopolimery-jako-powloki-szybko-rosnacy-rynek>
6. https://dydaktyka.fizyka.umk.pl/ObrazyJB/BIPWM/PDF/BiWM13_Polimery.pdf

Oznaczanie zawartości kwasu askorbinowego w wybranych lekach i produktach spożywczych

Martyna Tomczak, Maja Wasilewska

Opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz – Kłyszewska

Kwas askorbinowy potocznie nazywany witaminą C jest bardzo ważnym składnikiem naszej diety. Nie syntezujemy go, więc musimy wprowadzać go wraz z pożywieniem, aby prawidłowo funkcjonował nasz organizm. Jest to substancja, która wzmacnia odporność, więc łatwiej pokonujemy przeziębienia i inne infekcje. Pomaga też szybciej goić się ranom i wspiera odbudowę uszkodzonych tkanek. Dodatkowo bierze udział w tworzeniu kolagenu. Aby jego ilość w naszym organizmie była odpowiednia, często przyjmujemy leki, suplementy diety bądź określone produkty spożywcze. Ale czy zawartość witaminy C w wymienionych wyżej produktach podana w literaturze i na ich etykietach pokrywa się z rzeczywistością? Naszym celem było sprawdzenie tego w warunkach szkolnych, wykorzystując jedną z metod objętościowych - jodometrię.

Przygotowałyśmy 4 próbki: leków, suplementów diety i produktów spożywczych będących bogatym źródłem witaminy C, a następnie miareczkowałyśmy je wobec skrobi mianowanym roztworem jodu w jodku potasu. Dzięki temu mogłyśmy obliczyć, jaka jest masa zawartej w nich witaminy C oraz porównać otrzymane przez nas wyniki (zestawione w formie tabeli) z danymi z opakowań i literatury.

Literatura

1. Jerzy Minczewski, Zygmunt Marczenko, Chemia analityczna. 2. Chemiczne metody analizy ilościowej, wyd. 9, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2001
2. Encyklopedia popularna PWN, wyd. 13, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1982
3. Słownik tematyczny. Biologia cz. 1, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2011

Uwarunkowania i możliwości rozwoju turystyki w Debrznie

Monika Wilk

Opiekun: mgr Arkadiusz Stańczyk

W mojej pracy badawczej zajęłam się zbadaniem szans i zagrożeń gminy Debrzno oraz opisałam kilka pomysłów na inwestycje mające na celu rozwój turystyki, ale także miałyby pozytywne skutki dla mieszkańców.

Debrzno to gotycki gród warowny o bardzo ciekawej historii. Leży w sercu Pojezierza Krajeńskiego, gdzie dominuje krajobraz młodogłacalny z licznymi jeziorami. W obrębie miasta Debrzno leżą dwa urokliwe jeziora: Żuczek oraz Staw Miejski, oba zasilane przez rzekę Debrzynkę.

W centrum miasta oraz wokół jezior istnieje infrastruktura turystyczna, lecz jest słabo rozwinięta. Dlatego też postanowiłam zaproponować kilka pomysłów na jej rozwój:

- ścieżka dydaktyczna wokół jeziora Staw Miejski
- udrożnienie zarośniętego odcinka rzeki Debrzynki łączącego dwa jeziora, co pozwoliłoby na spływy kajakowe
- otwarcie wypożyczalni kajaków i innego sprzętu wodnego
- cztery stanowiska z rowerami miejskimi, w celu ułatwienia transportu
- odrestaurowanie fontanny na rynku Debrzna

Literatura

1. Strona internetowa miasta Debrzna, informacje o Debrznie:
2. <https://debrzno.pl> (09.2024)
3. <https://debrzno.pl/miasto/> (09.2024)
4. <https://debrzno.pl/czas-wolny/jeziora-i-rzeki/> (09.2024)
<https://debrzno.pl/miasto/miasto-i-gmina/historia-miasta/> (09.2024)
5. Strona internetowa Przestrzeni Dobrych Zmian, rewitalizacja w Debrznie: <https://rewitalizacja.debrzno.pl/?p=232> (20.09.2020)
6. <https://rewitalizacja.debrzno.pl/?p=213> (15.06.2020) <https://rewitalizacja.debrzno.pl/?p=199> (17.01.2020)
7. Wikipedia:
8. https://pl.wikipedia.org/wiki/Krajeński_Park_Krajobrazowy (31.07.2024)
<https://pl.wikipedia.org/wiki/Żuczek> (24.07.2024) [https://pl.wikipedia.org/wiki/Debrzno_\(gmina\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Debrzno_(gmina)) (22.04.2024)
9. Strona internetowa stowarzyszenia: "Na Rzecz Rozwoju Miasta i Gminy Debrzno": <https://stowdeb.pl/ofertabaszta/> (09.2024)

Wpływ traktowania nasion siarczanem(VI) cynku $ZnSO_4$ na kiełkowanie pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) w stresie solnym

Wojciech Żbikowski

Opiekun: mgr Bożena Kmiecik

Kondycjonowanie, technika stymulująca kiełkowanie nasion poprzez uwadnianie ich w kontrolowanych warunkach. Osmokondycjonowanie, umieszczenie nasion w roztworze substancji osmotycznie czynnej, np. $ZnSO_4$ [1,2]. Kondycjonowanie ma pozytywny wpływ na kiełkowanie, także w warunkach stresu np. solnego ograniczając jego negatywne skutki [3]. Zmiany klimatyczne powodują zwiększenie zasolenia gleb [4] negatywnie wpływając na rośliny [5]. Do doświadczenia wybrałem pszenicę, jedną z najintensywniej uprawianych roślin na świecie [6]. Postawiłem hipotezę o pozytywnym wpływie $ZnSO_4$ na kiełkowanie jej nasion w stresie solnym.

Celem badań było sprawdzenie wpływu siarczanu(VI) cynku na kiełkowanie nasion pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) w stresie solnym. W tym celu namoczono nasiona w roztworach o odpowiednich stężeniach $ZnSO_4$ (0.01%, 0.02%) a następnie wysiano na podłożach o różnym poziomie zasolenia. Parametry, którymi mierzono wpływ $ZnSO_4$ były; procent wykiełkowanych nasion, średni czas kiełkowania i indeks kiełkowania. $ZnSO_4$ (0.01%) nieznacznie polepszył parametry kiełkowania u nasion wysianych na podłożu z NaCl (0.06 mol/dm^3). Nie zaobserwowano istotnego statystycznie pozytywnego wpływu $ZnSO_4$ na kiełkowanie nasion w stresie solnym w żadnej próbie, by móc określić jego wpływ na kiełkowanie nasion pszenicy potrzebne są dalsze badania.

Literatura

1. Kubala S, Wojtyła Ł, Garnczarska M (2013) Kondycjonowanie jako strategia uszlachetniania nasion, *Postępy biologii komórki*, 40(2):215-230 https://www.pbkom.eu/sites/default/files/KONDYCJONOWANIE_JAKO_STRATEGIA.pdf dostęp:27.12.2024
2. Rehman A, Farooq M, Basra S, Ahmad R (2015) Seed priming with zinc improves the germination and early seedling growth of wheat, *Seed science and technology* 43:262-268 DOI:10.15258/sst.2015.43.2.15 dostęp:27.12.2024
3. Adhikari B, Olorunwa O, Horgan T, Wilson J, Barickman T, Li T, Bheemanahalli R, (2024) Seed priming attenuates the impact of salt stress and enhances lettuce yields, *Journal of agriculture and food research*, 15 DOI:10.1016/j.jafr.2023.100947 dostęp:27.12.2024
4. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_pl dostęp:27.12.2024
5. Gabryś H, Kacperska A, Kopcewicz J, Lewak S, Starck Z, Strzałka K, Tretyn A, (2002) *Fizjologia roślin*, PWN, Warszawa, 488-489, 655-657
6. <https://fas.usda.gov/data/production?commodity=wheat> dostęp:27.12.2024
7. Iqbal S, Khan A, Dilshad I, Moatter K, Ahmed T, Gilani S (2020) Influence of seed priming with $CuSO_4$ and $ZnSO_4$ on germination and seedling growth of oat under NaCl, *Pure and applied biology*, 9(1):897-912 DOI:10.19045/bspab.2020.90094 dostęp:27.12.2024
8. Ahammad K, Rahman M, Ahmed M (2014) Effect of osmopriming on the emergence of maize (*Zea mays* L.) seedling, *Bangladesh journal of agricultural research*, 39(3):427-435 DOI:10.3329/bjar.v39i3.21986 dostęp:27.12.2024

