

**DEPENDENCY OF AGRICULTURE
ON CHEMICAL INDUSTRY PRODUCTS
DERIVED FROM CRUDE OIL AND NATURAL GAS**

**UZALEŻNIENIE ROLNICTWA OD PRODUKTÓW PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO
WYTWARZANYCH Z ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO**

STANISŁAW SZAREK

Citation: Szarek, S. (2025). Dependency of Agriculture on Chemical Industry Products Derived from Crude Oil and Natural Gas / Uzależnienie rolnictwa od produktów przemysłu chemicznego wytwarzanych z ropy naftowej i gazu ziemnego. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 382(1), 85–107. <https://doi.org/10.30858/zer/194136>

Abstract

Aim: *The purpose of the study is to show the extent to which agriculture is dependent on chemical processing products. It was hypothesized that cutting off agriculture from the products produced by the chemical industry could lead to the collapse of food production.*

Material and Methods: *The article develops the problem presented in the publication “Dependence on Chemical Industry Products Made From Oil and Gas – On the Way to the Annihilation of Humanity” (Szarek, 2023). The material inspired the presentation of the importance of oil and gas processing products (OGPP) in agriculture.*

Results: *The analysis of the material in this article allows us to conclude that agriculture uses OGPP products on a large scale. Cutting off from these products can lead to a decline in crop yields, associated with lack of nitrogen fertilization, lack of chemical protection, hindered ability to apply fertilizers and pesticides, lack of materials for irrigation and sprinkler systems. In light of the analysis of the importance of chemical processing products, it was found that pesticides are the most important for agriculture, followed by nitrogen fertilizers. Tires for agricultural machinery and equipment are very important for modern, high-performance agriculture. In the case of livestock production, detergents were assigned the greatest importance.*

Conclusions: *Analyzing the material in this article and knowing the scale of agriculture’s dependence on OGPP products, it is possible to identify the following directions for agricultural development that will counteract dependence on chemical products: 1) development of precision agriculture focused on proper fertilization and crop protection, 2) development of precision agriculture based on the use of inputs from sources other than oil and natural gas, 3) intensification of the development of organic farming and yield increases on those farms where inputs from sources other than oil and gas will be the basis.*

Keywords: agriculture, crop yields, food security, chemical processing, crude oil and natural gas.

JEL codes: Q10, Q35.

Abstrakt

Cel: Celem pracy jest pokazanie, w jakim stopniu rolnictwo jest uzależnione od produktów przetwórstwa chemicznego. Postawiono hipotezę, że odcięcie rolnictwa od produktów wytwarzanych przez przemysł chemiczny może doprowadzić do załamania produkcji żywności.

Materiał i metody: Artykuł jest rozwinięciem problematyki zaprezentowanej w publikacji pt. „Dependence on Chemical Industry Products Made From Oil and Gas – On the Way to the Annihilation of Humanity” (Szarek, 2023). Materiał był inspiracją do przedstawienia znaczenia produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego (OGPP) w rolnictwie.

Wyniki: Analiza materiału zawartego w tym artykule pozwala na stwierdzenie, że rolnictwo masowo wykorzystuje produkty OGPP. Odcięcie od tych produktów może doprowadzić do spadku plonowania roślin uprawnych, związanego z: brakiem nawożenia azotowego, brakiem ochrony chemicznej, utrudnionymi możliwościami aplikacji nawozów i pestycydów, brakiem materiałów do instalacji nawadniających i deszczujących. W świetle analizy znaczenia produktów przetwórstwa chemicznego stwierdzono, że najważniejsze dla rolnictwa są pestycydy, a kolejne miejsce zajmują nawozy azotowe. Bardzo ważne dla nowoczesnego, wysokowydajnego rolnictwa są opony do maszyn i urządzeń rolniczych. W przypadku produkcji zwierzęcej największe znaczenie przypisano detergentom.

Wnioski: Analizując materiał zawarty w tym artykule oraz znając skalę uzależnienia rolnictwa od produktów OGPP, można wskazać następujące kierunki rozwoju rolnictwa, które będą przeciwdziałać uzależnieniu od produktów chemicznych: 1) rozwój rolnictwa precyzyjnego, skoncentrowanego na odpowiednim nawożeniu i ochronie roślin, 2) rozwój rolnictwa precyzyjnego, bazującego na wykorzystaniu środków produkcji pochodzących z innych źródeł niż ropa naftowa i gaz ziemny, 3) intensyfikacja rozwoju rolnictwa ekologicznego i wzrostu plonowania w tych gospodarstwach, gdzie podstawą będą środki produkcji pochodzące z innych źródeł niż ropa naftowa i gaz ziemny.

Słowa kluczowe: rolnictwo, plonowanie roślin, bezpieczeństwo żywnościowe, przetwórstwo chemiczne, ropa naftowa i gaz ziemny.

Kody JEL: Q10, Q35.

Introduction

Agriculture is an essential global economy sector responsible for food production. Even though it is considered one of the key global economy sections, its significance is sometimes downplayed due to its low contribution to GDP. The primary role of agriculture is to feed nearly 8 billion people, a challenging task given the estimated annual population growth of around 78 million. Hunger and malnutrition, particularly in African and Asian countries, remain a significant problem, hindering the harmonious development of these regions. The issue of agriculture development under the conditions of a transforming environment has often been referred to by researchers (Altieri, n.d.; Devlet, 2021).

A distinctive characteristic of agriculture is that the main factor of production is land, which serves as both the site and means of production (Baer-Nawrocka & Markiewicz, 2013; Fereniec, 1997; Floriańczyk & Rembisz, 2023). Despite population growth, the agricultural land area dedicated to food production continues to decrease. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations data (FAO, 2022), meadow area decreased by over 200 thousand hectares from 2000 to 2020, while arable land increased by 66 thousand hectares

Wstęp

Rolnictwo jest działem gospodarki produkującym żywność. Uważane jest za jeden z najważniejszych działów gospodarki światowej, choć ze względu na jego niski udział w strukturze PKB, jego rola jest często umniejszana. Zadaniem rolnictwa jest wyżywienie prawie 8 mld ludzi. Należy mieć świadomość, że nie jest to łatwe zadanie, ponieważ średni roczny przyrost populacji szacuje się na około 78 mln osób. Nic więc dziwnego, że temat głodu i niedożywienia – szczególnie w krajach Afryki i Azji – jest wciąż ogromnym problemem, będącym jednym z czynników uniemożliwiających harmonijny rozwój tych regionów. Problematyka rozwoju rolnictwa w warunkach zmieniającego się otoczenia była i jest często podnoszona przez badaczy (Altieri, b.d.; Devlet, 2021).

Cechą charakterystyczną rolnictwa jest to, że głównym czynnikiem produkcji jest ziemia, będąca jednocześnie miejscem produkcji i środkiem produkcji (Baer-Nawrocka i Markiewicz, 2013; Fereniec, 1997; Floriańczyk i Rembisz, 2023). Pomimo przyrostu liczby ludności, wciąż zmniejsza się areał ziemi, użytkowanej do produkcji żywności. Według danych FAO (2022) powierzchnia łąk na przestrzeni lat 2000–2020 zmniejszyła się o ponad 200 tys. ha. Powierzchnia

during the same period. Globally, this represents a net reduction in agricultural land of 134 thousand hectares, nearly equivalent to the total arable land in Poland. It is important to note that production on the meadows has an extensive character. The conversion of meadows into more productive arable land, however, is a rational action. Worldwide, there is a reduction in agricultural land per capita, with the area decreasing from 0.24 hectares in 2000 to 0.2 hectares in 2020. This necessitates a continuous increase in production per unit area to meet the growing demand for food.

Despite a decline in the per capita area for food production, the overall production of food has consistently increased. In 2000, a total of 6.1 billion tons of grains, sugar crops, oilseeds, root crops, vegetables, and fruits were produced. By 2020, this figure has risen to 9.3 billion tons (FAO, 2022). Over this period, agricultural productivity increased by more than 50%, surpassing the population growth rate (6.1 billion in 2000 compared to 7.9 billion in 2021).

Simultaneously, meat production increased from 233 to 337 million tons, milk production from 580 to 887 million tons (an increase of 307 million). Egg production also increased by 69%. Additionally, fish and seafood production increased by 178 million tons.

What factors have contributed to such a large growth in production in absolute terms and what has provided such great crop yields and animal productivity? Three types of agricultural management: intensive, integrated, and extensive one, dominate modern agriculture. The basis of food production in the contemporary economy is intensive farming which, aiming for maximum yields and profits, utilizes all available means of production (Zimny, 2007). Apart from traditional seeds, it uses genetically modified seeds, maximum fertilizer quantities, and plant protection products. As far as animal production is concerned, growth stimulants, antibiotics and other substances are applied. Integrated agriculture differs from intensive agriculture only in that fertilizers, plant protection products and animal production stimulants are utilized in minimum quantities guaranteeing high yield and animal productivity. Extensive agriculture, based on organic farming, prohibits the use of GMOs, mineral fertilizers, synthetic pesticides, and growth stimulants in animal husbandry (Magdoff, 2007). Although yields in extensive agriculture are lower than in intensive and integrated agriculture, there are claims that organic farming may be more efficient than intensive farming (Tirado, 2009).

gruntów ornych w tym samym czasie zwiększyła się o 66 tys. ha. W skali globalnej oznacza to zmniejszenie się powierzchni użytkowanej rolniczo o 134 tys. ha, czyli prawie o tyle, ile jest użytków rolnych w Polsce. Należy mieć świadomość, że produkcja na łąkach ma charakter ekstensywny. Likwidacja łąk na rzecz bardziej produktywnych gruntów ornych jest działaniem racjonalnym. W skali świata obserwuje się zmniejszanie powierzchni ziemi rolniczej per capita. W 2000 r. powierzchnia ta wyniosła 0,24 ha, a w 2020 r. – 0,2 ha. Oznacza to, że aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na żywność, należy systematycznie zwiększać produkcję z jednostki powierzchni.

Pomimo spadku powierzchni produkowanej żywności per capita, produkcja artykułów żywnościowych na świecie systematycznie się zwiększała. W 2000 r. wyprodukowano łącznie 6,1 mld t zbóż, roślin cukrowych, oleistych, korzeniowych, warzyw i owoców. W 2020 r. było to już 9,3 mld t (FAO, 2022). Na przestrzeni tego okresu przybyło ponad 50% płodów rolnych, a wzrost ilości produkowanej żywności był wyższy niż przyrost liczby ludności (6,1 mld ton w 2000 r. w porównaniu z 7,9 mld ton w 2021 r.).

W tym samym czasie na świecie wzrosła produkcja mięsa z 233 do 337 mln ton. Produkcja mleka zwiększyła się z 580 do 887 mln t (wzrost o 307 mln). Zwiększyła się również o 69% produkcja jaj. Produkcja ryb i owoców morza zwiększyła się o 178 mln ton.

Jakie były czynniki, które przyczyniły się do tak dużego wzrostu produkcji rolnej w ujęciu bezwzględny i co dało tak duże przyrosty plonów i wydajności zwierząt? We współczesnym rolnictwie dominują trzy typy gospodarowania: intensywne, integrowane, ekstensywne. Podstawą produkcji żywności we współczesnej gospodarce jest rolnictwo intensywne, które w celu maksymalizacji plonów i zysków wykorzystuje wszystkie dostępne środki produkcji (Zimny, 2007). Oprócz tradycyjnych nasion, wykorzystuje się nasiona GMO, stosuje maksymalne ilości nawozów i środków ochrony roślin. W produkcji zwierzęcej stosowane są stymulatory wzrostu, antybiotyki i inne substancje. Rolnictwo integrowane różni się od rolnictwa intensywnego tylko tym, że nawozy, środki ochrony roślin i stymulatory w produkcji zwierzęcej stosowane są w minimalnych ilościach, gwarantujących osiągnięcie wysokiego plonu i wydajności zwierząt. W rolnictwie ekstensywnym, którego podstawą są gospodarstwa ekologiczne, zabronione jest stosowanie nie tylko GMO, ale również nawozów mineralnych, syntetycznych pestycydów i stymulatorów wzrostu w hodowli zwierząt (Magdoff, 2007). Plony osiągane w rolnictwie ekstensywnym są mniejsze niż w rolnictwie intensywnym i integrowanym.

Factors influencing plant yield include:

- mineral fertilization,
- effective protection against diseases and pests using pesticides,
- and ensuring adequate water supply for cultivated plants.

Over the last 20 years, global mineral fertilization has significantly increased, reaching over 200 million tons in 2020. It has risen by 66 million tons, exceeding 200 million tons in the year 2020 in absolute terms (FAO, 2022). This increase comprises, above all:

- a 40% rise in nitrogen fertilization,
- a 49% rise in phosphorus fertilization,
- an 81% rise in potassium fertilization.

In 2020, an average of 129 kg of fertilizers per hectare, in terms of pure substance, was consumed, representing a growth of 39.7 kg compared to 2000. The largest amount of fertilizers is consumed in Asia and the Americas, and the largest increase in fertilizer use over the past 20 years has been in Brazil. A major challenge for today's economy is to reduce the negative impact of fertilizer residues on the environment. (Atlas pestycydów, 2024; Dobosz, 2007; Struciński, 2022). Mineral fertilizer production is an important branch of the economy, with global revenues of fertilizer companies estimated at USD 190 billion.

The second most important factor cited in the literature that contributes to yield growth is protection from diseases and pests using pesticides. In 2020, 2.66 million tons of them were used worldwide. Compared to 2000, there was a 30% increase in this case. On a per hectare basis, 1.81 kg of pesticides were used in 2020. Most pesticides are consumed in the Americas, and the largest increase in pesticide use over the past 20 years has been recorded in Brazil and Argentina (Atlas pestycydów, 2024; FAOStat, n.d.; Hedlund, 2019). As with fertilizers, scientific research is focused on proving the harmfulness of pesticide residues in food and their migration into the environment (FAO & WHO, 2022; Sharma et al., 2019; Tang et al., 2021; WHO & FAO, 2019).

Manufacturers and researchers are looking for more and more effective crop protection products and methods. Proving the harmfulness of some preparations, other less dangerous ones are being introduced, but they are still produced by the chemical industry with OGPP participation. Pesticide production is also an important branch of the economy, with annual turnover in this market exceeding USD 130 billion and generating thousands of jobs (Atlas pestycydów, 2024; FAOStat, n.d.; Sharma et al., 2019) Pesticide

Z drugiej strony pojawiają się głosy, że rolnictwo ekologiczne może być wydajniejsze od rolnictwa intensywnego (Tirado, 2009).

Do czynników, które mają największy wpływ na przyrost plonowania roślin zalicza się:

- nawożenie mineralne,
- skuteczną ochronę przed chorobami i szkodnikami przy zastosowaniu pestycydów,
- zapewnienie odpowiedniej ilości wody uprawianym roślinom.

W ciągu ostatnich 20 lat na świecie doszło do znacznego wzrostu nawożenia mineralnego. Zwiększyło się ono o 66 milionów ton, przekraczając w ujęciu bezwzględnym 200 mln ton w 2020 r. (FAO, 2022). Na ilość tę składa się przede wszystkim wzrost:

- nawożenia azotowego o 40%,
- nawożenia fosforowego o 49%,
- nawożenia potasowego o 81%.

W 2020 r. zużyto średnio 129 kg nawozów w przeliczeniu na czysty składnik, co w porównaniu do 2000 r. oznacza wzrost o 39,7 kg. Najwięcej nawozów sztucznych zużywanych jest w Azji i obu Amerykach, a największy przyrost zużycia nawozów w ciągu ostatnich 20 lat zanotowano w Brazylii. Dużym wyzwaniem dla współczesnej gospodarki jest ograniczenie ujemnego wpływu pozostałości nawozów na środowisko (Atlas pestycydów, 2024; Dobosz, 2007; Struciński, 2022). Produkcja nawozów mineralnych jest ważnym działem gospodarki, a globalne przychody firm produkujących nawozy szacuje się na 190 mld USD.

Drugim z najważniejszych czynników wymieniających w literaturze przedmiotu, przyczyniających się do wzrostu plonowania jest ochrona przed chorobami i szkodnikami przy użyciu pestycydów. W 2020 r. zużyto ich na świecie 2,66 mln ton. W porównaniu z 2000 r. nastąpił w tym przypadku wzrost o 30%. W przeliczeniu na 1 ha w 2020 r. zużyto 1,81 kg pestycydów. Najwięcej pestycydów zużywanych jest w obu Amerykach, a największy przyrost ich zużycia w ciągu ostatnich 20 lat zanotowano w Brazylii i Argentynie (Atlas, 2024; FAOStat, b.d.; Hedlund, 2019). Podobnie jak w przypadku nawozów, badania naukowe koncentrują się na udowodnianiu szkodliwości pozostałości pestycydów w żywności i ich migracji do środowiska naturalnego (FAO i WHO, 2022; Sharma i in., 2019; Tang i in., 2021; WHO i FAO, 2019).

Producenci i badacze poszukują coraz skuteczniejszych środków i metod ochrony roślin. Udowadniająca szkodliwość jednych preparatów, wprowadza się inne, mniej niebezpieczne, ale w dalszym ciągu są one wytworzone przez przemysł chemiczny z udziałem OGPP. Produkcja pestycydów jest również

production is highly concentrated, as three companies are most relevant to the global market: Bayer, BASF, and Syngenta.

The expansion of irrigated areas has also played a role in global yield growth, increasing by 1.4% from 2000 to 2020. However, it is inferred that irrigation's contribution to total food production growth is significantly smaller than that of mineral fertilization and plant protection products.

Since the main factors contributing to global yield growth are known, the next question is to understand the origin of the products driving this growth. Agricultural inputs used in agriculture are largely derived from products produced by chemical synthesis from oil and natural gas (OGPP) with significant use of energy from hydrocarbon fuels. The production of basic fertilizers relies on ammonia, which is further processed into urea and nitric acid. These, in turn, form the basis for nitrogen fertilizers such as urea, ammonium nitrate, and calcium ammonium nitrate. If the global production of nitrogen fertilizers is expressed as an equivalent of urea (46% N), it will amount to approximately 435 million tons of fertilizer mass production. The production of ammonia from crude oil and natural gas is an energy-intensive process, which requires over 4 GJ of energy per one ton of urea, equivalent to around one tenth of a ton of crude oil.

In a chemical synthesis process involving crude oil and natural gas also produces pesticides, classified under NACE Rev. 2 (Eurostat, 2008) position 20.2. While an increasing number of these are biological preparations, their primary active substances and fillers still largely originate from crude oil and natural gas processing.

The application of fertilizers and pesticides requires specialized equipment, with essential components derived from the synthesis of crude oil and natural gas, and the principal product being PVC. Sprayers, in particular, are predominantly constructed from synthetic materials.

Animal production is secondary in nature, as it relies, first of all, on plant products to satisfy the animals' nutritional needs. This indicates that fertilizers and pesticides are also essential for animal production. Different species of animals have varied production requirements, particularly concerning equipment and machinery. The production of pork, beef, sheep, goats, and poultry does not necessitate specialized equipment derived from OGPP. However, this differs in the case of milk production, where a significant consumption of OGPP is essential. Equipment used in milk production, such as milking machines and pipelines delivering milk

ważnym działem gospodarki – roczne obroty na tym rynku przekraczają 130 mld USD i generują tysiące miejsc pracy (Atlas pestycydów, 2024; FAOStat, b.d.; Sharma i in., 2019). Produkcja pestycydów jest mocno skoncentrowana, ponieważ na światowym rynku największe znaczenie mają trzy firmy: Bayer, BASF i Syngenta.

Na przyrost plonowania w ujęciu światowym miało też wpływ zwiększenie się powierzchni obszarów nawadnianych. W 2020 r. w porównaniu do 2000 r. obszar ten zwiększył się o 1,4%. Można wnioskować, że udział nawadniania w całkowitym wzroście produkowanej żywności miał o wiele mniejsze znaczenie niż nawożenie mineralne i stosowanie środków ochrony roślin.

Skoro znane są główne czynniki wzrostu plonowania na świecie, należy w dalszej kolejności odpowiedzieć na pytanie, jakie jest pochodzenie produktów, na których wzrost ten został zbudowany. Środki produkcji używane w rolnictwie pochodzą w znacznej części z produktów wytwarzanych w procesie syntezy chemicznej z ropy naftowej i gazu ziemnego (OGPP) przy znaczącym wykorzystaniu energii z paliw węglowodorowych. W produkcji nawozów podstawowym surowcem jest amoniak, z którego w dalszej kolejności uzyskuje się mocznik i kwas azotowy. Te zaś są podstawą do produkcji nawozów azotowych – mocznika nawozowego, saletry amonowej i saletrzaku. Gdyby wyrazić całą światową produkcję nawozów azotowych jako ekwiwalent mocznika (46% N), to produkcja w masie nawozowej wynosiłaby około 435 mln ton. Do produkcji amoniaku wykorzystywana jest ropa naftowa i gaz ziemny, a proces ten jest energochłonny. Do produkcji 1 t mocznika zużywa się ponad 4 GJ energii, co jest równoważne ilości ok. 1/10 t ropy naftowej.

W procesie syntezy chemicznej z udziałem ropy naftowej i gazu ziemnego powstają również pestycydy, sklasyfikowane w NACE Rev. 2 (Eurostat, 2008) pod pozycją 20.2. Coraz więcej z nich to preparaty biologiczne, jednak obecnie podstawową substancją czynną i wypełniaczem są związki pochodzące z przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego.

Aplikacja nawozów i pestycydów wymaga specjalistycznego sprzętu, którego podstawowymi składnikami są elementy pochodzące z syntezy ropy naftowej i gazu ziemnego, a głównym produktem jest polichlorek winylu PVC. W szczególności opryskiwacze zbudowane są w przeważającej części z tworzyw sztucznych.

Produkcja zwierzęca ma charakter wtórny. Oznacza to, że aby produkować zwierzęta, w pierwszej kolejności należy zabezpieczyć ich potrzeby pokarmowe produktami roślinnymi. Wynika z tego,

to tanks, relies on synthetic materials and rubber (22.1; 22.2 in NACE Rev. 2). Significant amounts of cleaning agents and detergents (20.4) are used for the disinfection of these apparatus. Facilities for storing milk must be kept clean and sterile, requiring the use of suitable paints and coatings (20.3). Large-scale milk production also utilizes silage films, entirely derived from OGPP.

Agricultural production is the basis of human existence. The analysis of the material presented shows that it is based on the massive use of non-renewable products of oil and gas processing. The compilation of these issues prompts the question: what will be the shape of agriculture if oil and gas resources are depleted?

Material and Methods

The issue of the extent of agriculture's dependence on oil and gas processing products has not yet been addressed by researchers. It is certain that oil and natural gas resources will be depleted in the future. New deposits of these raw materials are being discovered and exploited around the world, pushing the limits of their depletion into the indefinite future. Current efforts to reduce the use of pesticides and mineral fertilizers are aimed at improving the quality of food produced, improving human health, and reducing their negative impact on the environment. What is not taken into account is the fact that in the long term, the means of production produced with oil and natural gas should be completely replaced by other means.

The article is a review. It develops the issues presented in the publication "Dependence on Chemical Industry Products Made From Oil And Gas – On the Way to the Annihilation of Humanity" (Szarek, 2023). The material presented there inspired the presentation of the importance of oil and gas processing products in agriculture, excluding the issue of liquid fuel consumption. Agriculture is a branch of the economy that provides food for

że podstawą tej produkcji są również nawozy i pestycydy. Produkcja poszczególnych gatunków zwierząt znacznie się od siebie różni, w szczególności, jeśli chodzi o wyposażenie w sprzęt i maszyny. Produkcja świń, bydła mięsnego, owiec, kóz i drobiu nie wymaga posiadania specjalistycznego wyposażenia, w skład którego wchodzi produkty OGPP. Inaczej jest w przypadku produkcji mleka. Do prowadzenia tej produkcji konieczne jest znaczne zużycie produktów OGPP. Urządzenia do pozyskiwania mleka – aparaty udojowe, rurociągi dostarczające mleko do zbiorników bazują na wykorzystaniu tworzyw sztucznych i gumy (22.1; 22.2 w NACE Rev. 2). Do dezynfekcji tych aparatów używa się znacznych ilości środków czyszczących i detergentów (20.4). Pomieszczenia do przechowywania mleka muszą być utrzymane w czystości i sterylne, co wymaga użycia odpowiednich farb i powłok (20.3). W produkcji mleka na dużą skalę wykorzystuje się folie do zakiszania, pochodzące w całości z produktów OGPP.

Produkcja rolnicza jest podstawą egzystencji człowieka. Z analizy przedstawionego materiału wynika, że bazuje ona na masowym wykorzystaniu nieodnawialnych produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego. Zestawienie tych zagadnień skłania do zadania pytania: jaki będzie kształt rolnictwa, jeśli wyczerpane zostaną zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego?

Materiał i metody

Problematyka skali uzależnienia rolnictwa od produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego nie była dotychczas podejmowana przez badaczy. Jest pewne, że zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego ulegną wyczerpaniu w przyszłości. Na świecie odkrywane i eksploatowane są nowe złoża tych surowców, co przesuwają granice ich wyczerpania w nieokreśloną przyszłość. Obecnie podejmowane działania dotyczące ograniczenia zużycia pestycydów i nawozów mineralnych mają na celu poprawę jakości produkowanej żywności, poprawę zdrowia ludzi i ograniczenie ich ujemnego wpływu na środowisko. Nie uwzględnia się faktu, że w dłuższej perspektywie należy całkowicie zastąpić produkowane z udziałem ropy naftowej i gazu ziemnego środki produkcji innymi środkami.

Artykuł ma charakter przeglądowy. Jest rozwinięciem problematyki zaprezentowanej w publikacji „Dependence on Chemical Industry Products Made From Oil and Gas – On the Way to the Annihilation of Humanity” (Szarek, 2023). Zaprezentowany tam materiał był inspiracją do przedstawienia znaczenia produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego w rolnictwie, z wyłączeniem kwestii

the entire human population. With limited land resources, the challenge for agriculture is to achieve higher productivity to produce more food from the same land. The easiest way to achieve this is to use ever-increasing amounts of oil and natural gas processing products. This ignores the fact that these are non-renewable resources that will not be available once reserves are depleted.

The aim of this study is to demonstrate the extent to which different sections of agriculture depend on chemical processing products made from oil and gas (OGPP). An additional goal is to indicate possible scenarios for the development of agriculture in the absence of the ability to use OGPP. It was hypothesized that cutting off agriculture from products produced by the chemical industry from oil and natural gas (except hydrocarbon fuels) could lead to a collapse in food production. To achieve the purpose of the study, a full set of activities carried out in the "Agriculture" section, which are classified in NACE Rev. 2 in Section A, Division 01, was analyzed. This allowed all areas of agriculture to be included in the analysis. Using the bipolar scoring method, a prioritization of OGPP products used by agriculture was made.

Results

Agriculture is a sector of the economy that extensively relies on OGPP. Figure 1 illustrates the key products derived from the processing of crude oil and natural gas used in agriculture. These include fertilizers, detergents, food packaging, tyres, pesticides, non-woven fabrics, pipes, tanks, electrical conduits, and plant pots. These products may be the result of various other chemical synthesis processes, the presentation of which exceeds the scope of this study.

Based on the NACE Rev. 21 classification, the study demonstrates the potential consequences for agriculture if it were suddenly deprived of the ability to use OGPP. This assumption is drastic, as we are not in danger of being cut off from oil and gas supplies overnight. However, it is certain that such a situation will occur in the future as these resources

związanych ze zużyciem paliw płynnych. Rolnictwo jest działem gospodarki, który zapewnia wyżywienie całej populacji ludzkiej. W związku z ograniczonymi zasobami ziemi, wyzwaniem dla rolnictwa jest osiągnięcie wyższej produktywności, by wyprodukować więcej żywności z tej samej powierzchni. Najprostszym sposobem na osiągnięcie tego celu jest wykorzystanie coraz większych ilości produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego. Pomija się przy tym fakt, że są to surowce nieodnawialne, które po wyczerpaniu rezerw nie będą dostępne.

Celem pracy jest pokazanie, w jakim stopniu rolnictwo jest uzależnione od produktów przetwórstwa chemicznego wytwarzanych z ropy naftowej i gazu ziemnego (OGPP). Celem dodatkowym jest wskazanie możliwych scenariuszy rozwoju rolnictwa w przypadku braku możliwości korzystania przez ten dział gospodarki z produktów OGPP. Postawiono hipotezę, że odcięcie rolnictwa od produktów wytwarzanych przez przemysł chemiczny z ropy naftowej i gazu ziemnego (z wyjątkiem paliw węglowodorowych) może doprowadzić do załamania produkcji żywności na świecie.

Aby zrealizować cel pracy, dokonano analizy pełnego zestawu działalności prowadzonych w sekcji „Rolnictwo”, które są sklasyfikowane w NACE Rev. 2 w sekcji A, dziale 01. Pozwoliło to na objęcie analizą wszystkich obszarów rolnictwa. Przy wykorzystaniu metody punktowej dwubiegunowej, dokonano hierarchii ważności produktów OGPP wykorzystywanych przez rolnictwo.

Wyniki

Rolnictwo jest działem gospodarki, który wykorzystuje znaczne ilości produktów OGPP. Na rysunku 1 przedstawiono najważniejsze produkty przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego wykorzystywane w rolnictwie. Zaliczyć do nich można nawozy, detergenty, opakowania do żywności, opony, pestycydy, włókniny, rury, zbiorniki, przewody elektryczne i donice. Produkty te powstają również na drodze innych procesów syntezy chemicznej, których przedstawienie przekracza ramy tego artykułu.

Bazując na klasyfikacji NACE Rev. 2¹, pokazano, jakie byłyby konsekwencje dla rolnictwa, gdyby nagle pozbawić ten dział możliwości korzystania z produktów OGPP. Założenie to jest drastyczne, ponieważ nie grozi nam odcięcie od dostaw ropy naftowej i gazu ziemnego z dnia na dzień. Jednak

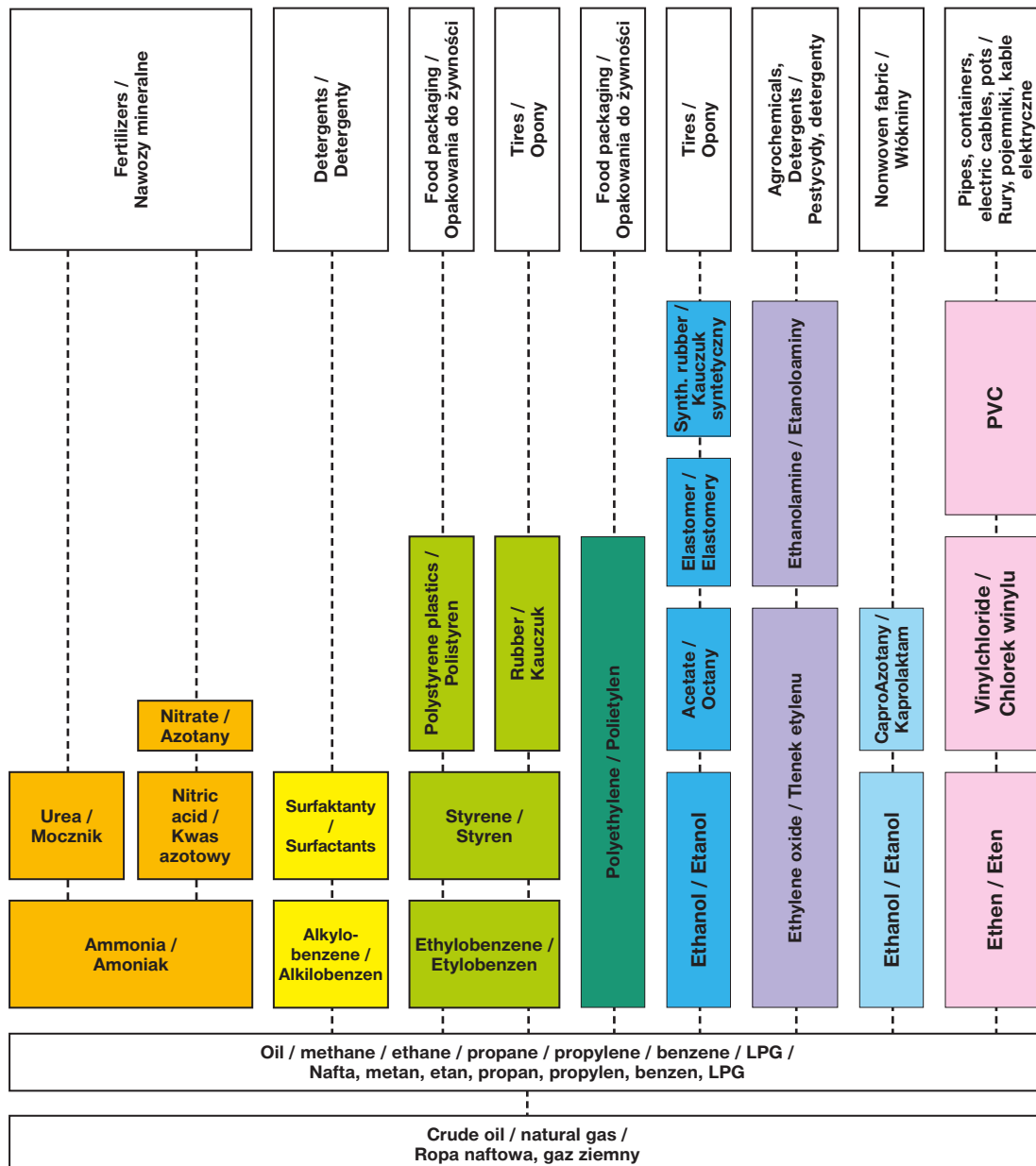
¹ NACE Rev. 2 was implemented under the Regulation (EC) No. 1893/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on the statistical classification of economic activities NACE Rev. 2.

¹ NACE Rev. 2 zostało wprowadzone rozporządzeniem (WE) Nr 1893/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej NACE Rev. 2.

become depleted. The assumption of an immediate cut-off from OGPP has been used to demonstrate the extent of agriculture's dependence on the same. According to scientists' predictions, oil resources will last for about 35 years, natural gas for 37 years (Burek, 2010; Deming, 2003; Lamb & Bos, 2023; Shaffies & Topal, 2009). The premise of immediately cutting off agriculture from the OGPP was used to show the scale of the economy's dependence on these products.

jest pewne, że taka sytuacja będzie mieć miejsce w przyszłości, ponieważ zasoby tych surowców ulegną wyczerpaniu. Według przewidywań naukowców, zasobów ropy naftowej wystarczy na około 35 lat, gazu ziemnego na 37 lat (Burek, 2010; Deming, 2003; Lamb i Bos, 2023; Shaffies i Topal, 2009). Założenie natychmiastowego odcięcia rolnictwa od OGPP zastosowano po to, by pokazać skalę uzależnienia tego działu gospodarki od tych produktów.

Figure 1. Products from the processing of crude oil and natural gas used in agriculture
Rysunek 1. Produkty przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego wykorzystywane w rolnictwie



Source: author's own study based on: Polish Chamber of Chemical Industry (2017).
 Źródło: opracowanie własne na podstawie: Polish Chamber of Chemical Industry (2017).

Table 1 presents fundamental chemical industry products, classified under NACE Rev. 2 under numbers 20 and 22, with their direct connections to relevant sections in the agriculture and agricultural services division, whose names are listed in Table 2. Based on these connections, it can be inferred that the primary OGPP used in all agriculture sections are nitrogen fertilizers and their mixtures, pesticides, rubber and rubber-based materials, as well as various PVC products such as pipes and tanks.

W tabeli 1 przedstawiono podstawowe produkty przetwórstwa chemicznego, sklasyfikowane w NACE Rev. 2 pod nr 20 i 22 oraz ich bezpośrednie powiązania z odpowiednimi sekcjami w dziale rolnictwa i obsługi rolnictwa, których nazwy wyszczególnione zostały w tabeli 2. Na podstawie tych powiązań można wnioskować, że podstawowymi produktami OGPP wykorzystywanymi we wszystkich sekcjach rolnictwa są nawozy azotowe i ich mieszanki, pestycydy, materiały z gumy i kauczuku oraz produkty z tworzyw PVC, takie jak rury, zbiorniki itp.

Table 1. Basic chemical industry products used in agriculture, derived from the processing of crude oil and natural gas, according to the NACE Rev. 2 classification

Tabela 1. Podstawowe produkty przemysłu chemicznego wykorzystywane w rolnictwie, pochodzące z przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego, zgodnie z klasyfikacją NACE Rev. 2

Chapter/ Section no. / Numer działu/sekcji	Name of economy branch / Nazwa gałęzi gospodarki	Links to the appropriate class of agriculture and agricultural service* / Powiązania z odpowiednią klasą rolnictwa i obsługi rolnictwa*
20	Manufacture of chemicals and chemical products / Produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych	
20.1	Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitrogen compounds, plastics and synthetic rubber in primary forms / Produkcja podstawowych chemikaliów, gazów technicznych, barwników i pigmentów, nawozów i związków azotowych	01.11, 01.13, 01.15, 01.16, 01.21, 01.24, 01.25, 01.27, 01.28, 01.30, 01.41, 01.42, 01.43, 01.45, 01.46, 01.47, 01.49, 01.50, 01.61, 01.62, 01.63, 01.64
20.2	Manufacture of pesticides and other agrochemical products / Produkcja pestycydów i pozostałych środków agrochemicznych	01.11, 01.13, 01.15, 01.16, 01.21, 01.24, 01.25, 01.27, 01.28, 01.30, 01.41, 01.42, 01.43, 01.45, 01.46, 01.47, 01.49, 01.50, 01.61, 01.62, 01.63, 01.64
20.4	Manufacture of soap and detergents, cleaning and polishing preparations, perfumes and toilet preparations / Produkcja mydła i detergentów, środków myjących i czyszczących, wyrobów kosmetycznych i toaletowych	01.41, 01.42, 01.43, 01.45, 01.46, 01.47, 01.49, 01.50
20.6	Manufacture of man-made fibres / Produkcja włókien chemicznych	01.13, 01.24, 01.28, 01.30, 01.61, 01.62, 01.63, 01.64
22	Manufacture of rubber and plastic products / Produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych	
22.1	Manufacture of rubber products / Produkcja wyrobów z gumy, opon i dętek, pozostałych wyrobów z gumy	01.11, 01.13, 01.15, 01.16, 01.21, 01.24, 01.25, 01.27, 01.28, 01.30, 01.41, 01.42, 01.43, 01.45, 01.46, 01.47, 01.49, 01.50, 01.61, 01.62, 01.63, 01.64
22.2	Manufacture of plastics products – plastic plates, sheets, tubes and profiles, plastic packing goods, builders' ware of plastic, other plastic products / Produkcja wyrobów z tworzyw sztucznych – płyt, arkuszy, rur i kształtowników, opakowań z tworzyw sztucznych, wyrobów dla budownictwa, pozostałych wyrobów z tworzyw sztucznych	01.11, 01.13, 01.15, 01.16, 01.21, 01.24, 01.25, 01.27, 01.28, 01.30, 01.41, 01.42, 01.43, 01.45, 01.46, 01.47, 01.49, 01.50, 01.61, 01.62, 01.63, 01.64

* full class names are described in Table 2 / pełne nazwy klas opisano w tabeli 2

Source: author's own study.

Źródło: opracowanie własne.

Table 2. Possibilities of operation for individual agriculture sectors in the event of disconnection from OGPP supplies
Tabela 2. Możliwości funkcjonowania poszczególnych działów rolnictwa w przypadku odłączenia ich od dostaw OGPP

Klasa / Class	Possibilities of operation / Możliwości funkcjonowania			OGPP essentials / Niezbędne produkty OGPP	Available substitutes / Dostępne substytuty
	minor difficulties / utrudnione	significant difficulties / znacznie utrudnione	impossible / niemożliwe		
SEKCJA A – ROLNICTWO, LEŚNICTWO, ŁOWIECTWO I RYBACTWO / SECTION A – AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHING					
Division 01 – Crop and animal production, hunting and related service activities / Dział 01 – Uprawy rolne, chów i hodowla zwierząt, łowiectwo, włączając działalność usługową					
Group 01.1 – Growing of non-perennial crops / Grupa 01.1 – Uprawy rolne inne niż wieloletnie					
Class 01.11 – Growing of cereals (except rice), leguminous crops and oil seeds / Klasa 01.11 – Uprawa zbóż, roślin strączkowych i roślin oleistych na nasioną, z wyłączeniem ryżu		x		20.1 – mineral fertilizers / nawozy mineralne 20.2 – pesticides / pestycydy	organic fertilizers / nawozy organiczne biological agents / środki biologiczne
Class 01.13 – Growing of vegetables and melons, roots and tubers / Klasa 01.13 – Uprawa warzyw, włączając melony oraz uprawa roślin korzeniowych i roślin bulwiastych		x	x	20.6 – synthetic fibers / włókna syntetyczne 22.1 – rubber products / wyroby z gumy	natural rubber / kaczuk naturalny / natural fibers / włókna naturalne / metal and glass products / wyroby z metali i szkła
Class 01.15 – Growing of tobacco / Klasa 01.15 – Uprawa tytoniu		x		22.2 – plastic products / wyroby z tworzywa szlacznych	
Class 01.16 – Growing of fibre crops / Klasa 01.16 – Uprawa roślin włóknistych		x			
Class 01.19 – Growing of other non-perennial crops / Klasa 01.19 – Pozostałe uprawy rolne inne niż wieloletnie		x			
Group 01.2 – Growing of perennial crops / Grupa 01.2 – Uprawa roślin wieloletnich					
Class 01.21 – Growing of grapes / Klasa 01.21 – Uprawa winogron	x			20.1 – mineral fertilizers / nawozy mineralne 20.2 – pesticides / pestycydy	organic fertilizers / nawozy organiczne biological agents / środki biologiczne natural fibers / włókna naturalne
Class 01.24 – Growing of pome fruits and stone fruits / Klasa 01.24 – Uprawa drzew i krzewów owocowych ziarnkowych i pestkowych		x	x	20.6 – synthetic fibers / włókna syntetyczne 22.1 – rubber products / wyroby z gumy	włókna naturalne kaczuk naturalny metal and glass products / wyroby z metali i szkła
Class 01.25 – Growing of other tree and bush fruits and nuts / Klasa 01.25 – Uprawa pozostałych drzew i krzewów owocowych oraz orzechów		x	x	22.2 – plastic products / wyroby z tworzywa szlacznych	
Class 01.27 – Growing of beverage crops / Klasa 01.27 – Uprawa roślin wykorzystywanych do produkcji napojów		x	x		
Class 01.28 – Growing of spices, aromatic, drug and pharmaceutical crops / Klasa 01.28 – Uprawa roślin przyprawowych i aromatycznych oraz roślin wykorzysty- wanych do produkcji leków i wyrobów farmaceutycznych	x				
Class 01.29 – Growing of other perennial crops / Klasa 01.29 – Uprawa pozostałych roślin wieloletnich	x				
Group 01.3 – Plant propagation / Grupa 01.3 – Rozmnażanie roślin					
Class 01.30 – Plant propagation / Klasa 01.30 – Rozmnażanie roślin		x	x	20.1 – mineral fertilizers / nawozy mineralne 20.2 – pesticides / pestycydy 20.6 – włókna syntetyczne / synthetic fibers 22.2 – plastic products / wyroby z tworzywa szlacznych	organic fertilizers / nawozy organiczne biological agents / środki biologiczne włókna naturalne metal and glass products / wyroby z metali i szkła

cont. Table 2 / cd. tabeli 2

Group 01.4 – Animal production / Grupa 01.4 – Chów i hodowla zwierząt			
Class 01.41 – Raising of dairy cattle / Klasa 01.41 – Chów i hodowla bydła mlecznego		x	x
Class 01.42 – Raising of other cattle and buffaloes / Klasa 01.42 – Chów i hodowla pozostałego bydła i bawołów	x	x	
Class 01.43 – Raising of horses and other equines / Klasa 01.43 – Chów i hodowla koni i pozostałych zwierząt koniowatych	x	x	
Class 01.45 – Raising of sheep and goats / Klasa 01.45 – Chów i hodowla owiec i kóz	x	x	
Class 01.46 – Raising of swine/pigs / Klasa 01.46 – Chów i hodowla świń		x	
Class 01.47 – Raising of poultry / Klasa 01.47 – Chów i hodowla drobiu		x	
Class 01.49 – Raising of other animals / Klasa 01.49 – Chów i hodowla pozostałych zwierząt	x		
Group 01.5 – Mixed farming / Grupa 01.5 – Uprawy rolne połączone z chowem i hodowłą zwierząt (działalność mieszana)			
Class 01.50 – Mixed farming / Klasa 01.50 – Uprawy rolne połączone z chowem i hodowłą zwierząt (działalność mieszana)		x	x
Group 01.6 – Support activities to agriculture and post-harvest crop activities / Grupa 01.6 – Działalność usługowa wspomagająca rolnictwo i następująca po zbiorach			
Class 01.61 – Support activities for crop production / Klasa 01.61 – Działalność usługowa wspomagająca produkcję roślinną		x	x
Class 01.62 – Support activities for animal production / Klasa 01.62 – Działalność usługowa wspomagająca chów i hodowłę zwierząt gospodarskich		x	x
Class 01.63 – Post-harvest crop activities / Klasa 01.63 – Działalność usługowa następująca po zbiorach		x	
Class 01.64 – Seed processing for propagation / Klasa 01.64 – Obróbka nasion dla celów rozmnażania roślin		x	

Source: author's own study.

Źródło: opracowanie własne.

20.1 – mineral fertilizers /
nawozy mineralne
20.2 – pesticides / pestycydy
20.3 – paints, varnishes /
farby, lakiery
20.4 – soaps, detergents /
mydła, detergenty
20.6 – synthetic fibers /
włókna syntetyczne
22.1 – rubber products /
wyroby z gumy
22.2 – plastic products /
wyroby z tworzyw
sztucznych

20.1 – mineral fertilizers /
nawozy mineralne
20.2 – pesticides / pestycydy
20.3 – paints, varnishes /
farby, lakiery
20.4 – soaps, detergents /
mydła, detergenty
20.6 – synthetic fibers /
włókna syntetyczne
22.1 – rubber products /
wyroby z gumy
22.2 – plastic products /
wyroby z tworzyw
sztucznych

20.3 – paints, varnishes /
farby, lakiery
20.4 – soaps, detergents /
mydła, detergenty
20.6 – synthetic fibers /
włókna syntetyczne
22.1 – rubber products /
wyroby z gumy
22.2 – plastic products /
wyroby z tworzyw
sztucznych

Table 2 presents the consequences that individual agricultural sectors could face, arranged according to the NACE Rev. 2 classification if deprived of the ability to use OGPP. The assumption made is that a given sector could operate without chemical processing products derived from crude oil and natural gas:

- without difficulties,
- with minor difficulties,
- with significant difficulties,
- could not function without these products.

Several possibilities have been indicated for each class. It is essential to be aware that production within individual agricultural classes is highly diversified. Within each class, there are activities that would cope better without chemical processing products, but there are also those that could not function at all without OGPP. It is noteworthy that in Table 2, no class has been marked as capable of functioning without OGPP without difficulties.

OGPP utilized by agriculture primarily include nitrogen fertilizers, produced based on ammonia and nitric acid (Figure 1). They are used in the production of all crops. Nitrogen fertilizers have yield-increasing effects, and their application aims to increase the mass of cultivated plants. These fertilizers are used in pure form or in fertilizer mixtures with phosphorus, potassium, and mineral components. The absence of nitrogen fertilizers can lead to a significant reduction in the yield of cereals, legumes, and oil seed plants (01.11). To illustrate the extent of the issue, one can compare crop yields in Poland. Before World War II, nitrogen fertilization was not widely used in Poland (with the exception of Wielkopolska, where small amounts of mineral fertilizers were used). In 1938, the wheat yield was 1.28 tons/ha (GUS RP, 1939). In 2022, the yield of this crop was 4.8 tons/ha, nearly four times higher than in 1938 (GUS, 2022). A decrease in yields may occur immediately after agriculture is cut off from supplies of nitrogen fertilizers produced from OGPP. Solutions to this problem may include:

1. Limiting nitrogen application through foliar feeding and implementing precision farming practices in crop production.
2. Allocating reserves of crude oil for the production of fertilizers with a restriction on its use in other sectors of the economy.
3. Substituting mineral fertilizers with organic fertilizers.
4. Developing new methods of nitrogen fertilizer production bypassing OGPP.
5. Shifting from intensive agriculture to ecological agriculture.

W tabeli 2 przedstawiono konsekwencje, jakie mogłyby ponieść poszczególne sekcje rolnictwa, uszeregowane zgodnie z klasyfikacją NACE Rev. 2, gdyby pozbawić je możliwości korzystania z produktów OGPP. Przyjęto założenie, że dana sekcja mogłaby funkcjonować bez produktów przetwórstwa chemicznego, wytwarzanych z ropy naftowej i gazu ziemnego:

- bez utrudnień,
- z małymi utrudnieniami,
- z dużymi utrudnieniami,
- nie mogłaby funkcjonować bez tych produktów.

W odniesieniu do poszczególnych klas zaznaczono kilka możliwości. Należy mieć świadomość, że produkcja w poszczególnych klasach rolnictwa jest bardzo zróżnicowana. W obrębie każdej klasy są działalności, które bez produktów przetwórstwa chemicznego poradziłyby sobie lepiej, ale są i takie, które bez produktów OGPP nie mogłyby funkcjonować w ogóle. Istotny jest fakt, że w tabeli 2 nie zaznaczono żadnej klasy, która mogłaby funkcjonować bez produktów OGPP bez utrudnień.

Produktami OGPP wykorzystywanymi przez rolnictwo są w pierwszej kolejności nawozy azotowe, produkowane na bazie amoniaku i kwasu azotowego (rys. 1). Są one wykorzystywane w produkcji wszystkich ziemiopłodów. Nawozy azotowe mają działanie plonotwórcze, a celem ich stosowania jest zwiększenie masy roślin uprawnych. Nawozy te stosowane są w czystej postaci lub w mieszkankach nawozowych z fosforem, potasem oraz składnikami mineralnymi. Brak nawozów azotowych doprowadzić może do znacznego obniżenia plonowania zbóż, roślin strączkowych i roślin oleistych na nasiona (01.11). Aby zilustrować skalę problemu, można porównać plonowanie roślin w Polsce. Przed drugą wojną światową w Polsce nie stosowano powszechnie nawożenia azotowego (wyjątkiem była Wielkopolska, gdzie stosowano niewielkie ilości nawozów mineralnych). W 1938 r. plon pszenicy wyniósł 1,28 t/ha (GUS RP, 1939). W 2022 r. plon tej rośliny wyniósł 4,8 t/ha, był więc prawie czterokrotnie wyższy niż w 1938 r. (GUS, 2022). Spadek plonowania może mieć miejsce po natychmiastowym odcięciu rolnictwa od dostaw nawozów azotowych wytwarzanych z produktów OGPP. Zdaniem autora, rozwiązaniem tego problemu może być:

1. Ograniczenie stosowania azotu poprzez odżywianie dolistne i zastosowanie w produkcji roślinnej rolnictwa precyzyjnego.
2. Przeznaczenie rezerw ropy naftowej na produkcję nawozów z ograniczeniem jej wykorzystania w innych gałęziach gospodarki.

Opponents of meat consumption argue that if the animal production sector is completely eliminated and only plant production is maintained, there will be enough food for humans, and there may even be large surpluses (Yakimchuk & Pomianek, 2023). However, in a situation where nitrogen fertilizers are lacking, the reduction in crop yields in plant production can only be counteracted by the production of fertilizers, the source of which is animal production (Nachtman, 2014). Natural fertilizers—manure, liquid manure, and slurry produced by animals—can replace the deficiency of mineral nitrogen. Thus, there will be an inevitable return to sustainable, ecological agriculture, where the yields of cultivated plants depend on the organic fertilizers supplied by animal production (Nachtman, 2014; Wang et al., 2024; Wei et al., 2020; Zhaogiang et al., 2024).

Another factor affecting the reduction of crop yields is the lack of pesticides, produced through various processes, mainly from ethylene. Currently, the following are widely used in the protection of cultivated plants:

- herbicides for weed control,
- fungicides for fungal disease control,
- and zoocides for pest control.

Yield gains achieved through the use of pesticides are not objectionable and are highlighted in the literature (Oerke & Dehne, 2004; Popp, 2013). Agriculture is supplied with pesticides by the chemical industry, based on OGPP products. Their shortage can result in the complete destruction of crops. Solutions to this problem may include:

1. Restricting the use of pesticides to the necessary minimum.
2. Substituting (replacing) pesticides with natural and biological substances.
3. Allocating reserves of crude oil for pesticide production with limitations on its use in other sectors of the economy.
4. Shifting from intensive agriculture to organic agriculture, where pesticides are not used.

Serious consequences of the lack of OGPP will affect vegetable cultivation. In field production, the most significant issues will be the absence of nitrogen fertilizers and pesticides, as discussed earlier. The absence of films and covering materials will hinder production in foil tunnels, limiting the cultivation of early and late varieties of vegetables and berries. Currently, mineral wool is used in greenhouses as a substrate for year-round production of tomatoes, peppers, cucumbers, and other vegetables. Its use requires additional materials from OGPP processing. The absence of the above materials will limit this method of production.

3. Zastąpienie (substytucja) nawozów mineralnych przez nawozy organiczne.
4. Opracowanie nowych metod wytwarzania nawozów azotowych z pominięciem OGPP.
5. Odejście od rolnictwa intensywnego na rzecz rolnictwa ekologicznego.

Przeciwnicy spożywania mięsa twierdzą, że jeśli całkowicie wyeliminować dział produkcji zwierzęcej i pozostawić tylko produkcję roślinną, to żywności dla ludzi wystarczy, a nawet będą duże jej nadwyżki (Yakimchuk i Pomianek, 2023). Jednak w sytuacji, kiedy zabraknie nawozów azotowych, spadkowi plonów w produkcji roślinnej przeciwdziałać może tylko produkcja nawozów, których źródłem jest produkcja zwierzęca (Nachtman, 2014). Nawozy naturalne – obornik, gnojowica i gnojówka, produkowane przez zwierzęta mogą zastąpić braki azotu mineralnego. Nastąpi więc nieuchronny powrót do rolnictwa zrównoważonego, ekologicznego – gdzie plony roślin uprawnych zależą od dostarczanych przez produkcję zwierzęcą nawozów organicznych (Nachtman, 2014; Wang i in., 2024; Wei i in., 2020; Zhaogiang i in., 2024).

Kolejnym z czynników wpływających na obniżenie plonowania w uprawie roślin będzie brak pestycydów, wytwarzanych na drodze różnorodnych procesów, głównie z etylenu. Obecnie na masową skalę stosuje się w ochronie roślin uprawnych:

- herbicydy do zwalczania chwastów,
- fungicydy do zwalczania chorób grzybowych,
- zoocydy do zwalczania szkodników.

Przyrost plonowania, uzyskany dzięki zastosowaniu pestycydów nie budzi zastrzeżeń i jest podkreślany w literaturze (Oerke i Dehne, 2004, Popp, 2013). W pestycydy rolnictwo jest zaopatrywane przez przemysł chemiczny, bazujący na produktach OGPP. Ich brak może spowodować całkowite zniszczenie upraw. Rozwiązaniem tego problemu może być:

1. Ograniczenie stosowania pestycydów do niezbędnego minimum.
2. Zastąpienie (substytucja) pestycydów przez substancje naturalne i biologiczne.
3. Przeznaczenie rezerw ropy naftowej na produkcję pestycydów z ograniczeniem jej wykorzystania w innych gałęziach gospodarki.
4. Odejście od rolnictwa intensywnego na rzecz rolnictwa ekologicznego, gdzie nie stosuje się pestycydów.

Poważne konsekwencje braku produktów OGPP dotkną uprawę warzyw. W produkcji polowej najpoważniejszy będzie brak nawozów azotowych i pestycydów, konsekwencje czego omówiono wcześniej. Brak folii i materiałów okrywowych

A significant impact on the reduction of vegetable yields will be the lack of installations for irrigation, watering, and the introduction of CO₂. These installations are entirely made from OGPP, mainly PVC.

The absence of OGPP will also affect orcharding. The limitation of nitrogen fertilization will not have such severe consequences as in the cultivation of field crops and vegetables. However, the absence of pesticides, especially fungicides and zoocides, will seriously affect yield reduction. The high-yield orcharding will be additionally hampered by the lack of raw materials for irrigation and fertilization installations, entirely derived from OGPP.

Serious impediments will arise in the reproduction of plants. Besides the lack of fertilizers and pesticides, the absence of containers made of synthetic materials from OGPP, used for preparing seedlings, will be particularly severe, especially in the cultivation of vegetables and flowers.

Insufficient number of plant products will significantly limit the scale of animal production. The absence of feeds, produced exclusively in the plant production department, will result in a decrease in the productivity of all animals and a reduction in their numbers. Daily weight gains of meat animals will decrease, milk yield will drop, and egg production will decline.

Dairy farming may face a particular crisis. In milk production, milking machines are used, whose basic components are rubber parts. Without these elements, the machines will become useless, and milk collection will be significantly hampered. A possible absence of detergents for the washing and disinfecting of milking equipment will be an equal burden. The lack of silage foil will hamper the storage and preparation of silage.

Issues related to the lack of OGPP will affect the department of agriculture supply with production means. Currently, the packaging of pesticides is almost entirely made of synthetic materials. Their absence will significantly impede the distribution of pesticides. Fertilizers and pesticides are distributed in unit packaging—starting from small, several-gram retail packages to widely used big bags—produced exclusively from OGPP. The lack of these packages will disrupt the current distribution system of fertilizers and pesticides. The distribution of parts and devices built with PVC will be affected.

It is also essential to mention a product that is fundamental not only to agriculture but also to the entire economy, namely, tyres (Szarek, 2023). In modern agriculture, the basis for production is large-scale farms relying on modern, efficient agricultural machinery. The development of the modern economy

zahamuje produkcję w tunelach foliowych, przez co ograniczona zostanie uprawa wczesnych i późnych odmian warzyw i owoców jagodowych. Obecnie w szklarniach wykorzystuje się wełnę mineralną jako podłoże do całorocznej produkcji pomidorów, papryki, ogórków i innych warzyw. Jej użycie wymaga zastosowania dodatkowych materiałów, pochodzących z przetwórstwa OGPP. Brak tych materiałów ograniczy ten sposób produkcji.

Duży wpływ na obniżenie plonowania warzyw będzie mieć brak instalacji do nawadniania, deszczowania, wprowadzania CO₂. Instalacje te wykonane są w całości z produktów OGPP – głównie z PVC.

Brak produktów OGPP dotknie też sadownictwo. Ograniczenie nawożenia azotowego nie będzie miało tak dotkliwych skutków jak w uprawie roślin polowych i warzyw. Jednak brak pestycydów – a w szczególności fungicydów i zoocydów – poważnie wpłynie na obniżenie plonowania. Wysokowydajną produkcję sadowniczą dodatkowo utrudni brak surowców do instalacji nawadniających i nawożenia, pochodzących w całości z OGPP.

Poważne utrudnienia wystąpią w przypadku rozmnażania roślin. Szczególnie dotkliwy, oprócz braku nawozów i pestycydów, będzie brak pojemników z tworzyw sztucznych pochodzących z OGPP, służących do przygotowania sadzonek, szczególnie w uprawie warzyw i kwiatów.

Niedostateczna liczba produktów roślinnych poważnie ograniczy skalę produkcji zwierzęcej. Brak pasz, które są produkowane wyłącznie w dziale produkcji roślinnej, spowoduje spadek wydajności wszystkich zwierząt i ograniczenie ich liczby. Obniżą się przyrosty dobowe masy ciała zwierząt przeznaczonych na mięso, spadnie wydajność mleczna, obniży się nieśność drobiu.

Szczególna zapasć może dotknąć mleczarstwo. W produkcji tej wykorzystuje się aparaty udojowe, których podstawowymi składnikami są części gumowe. Bez tych elementów, aparaty te staną się bezużyteczne, a pozyskiwanie mleka będzie znacznie utrudnione. Równie dotkliwy w intensywnej produkcji mleka będzie brak detergentów do mycia i dezynfekcji sprzętu do udoju. Brak folii do zakiszania utrudni przygotowanie i przechowywanie kiszonek.

Problemy związane z brakiem OGPP dotkną dział zaopatrzenia rolnictwa w środki produkcji. Obecnie stosowane opakowania pestycydów są prawie w całości wykonane z tworzyw sztucznych. Ich brak znacznie utrudni dystrybucję pestycydów. Nawozy i pestycydy są rozprowadzane w opakowaniach jednostkowych – począwszy od niewielkich, kilogramowych opakowań detalicznych po powszechnie stosowane na dużą skalę big-bagi – produkowanych

has allowed land and labour in agricultural production to be increasingly replaced by capital. This signifies a shift from a labor-intensive to a capital-intensive economy. Agriculture is a good example of the trend. The outflow of the workforce from rural areas, and hence labor shortages, is compensated by an increase in capital expenditures. More efficient and sophisticated machines are used, reducing or completely eliminating human labor. One should be aware that the basis for their movement is tyres. The absence of tyres will not only hinder on-farm transport but also make impossible any work related to soil cultivation, plant care, harvesting, and delivering produced goods to the market. This product is of crucial importance not only to agriculture as an economic sector but to the entire global economy.

The significant role of agriculture in a changing world and under climate change conditions is the foundation for implementing the principles of green economy, intelligent specializations, and smart villages (Adamowicz, 2021; Georgeson, 2017; Newton, 2014). Currently, precision agriculture (smart farming and agrotechnics) is rapidly developing, relying on the use of modern technology and informatics to increase crop yields and animal productivity while simultaneously reducing costs (Borusiewicz, 2020; Ekielski & Wesołowski, 2021; Figiel, 2022; Klepacki, 2020; Lorencowicz, 2018; Vecchio et al., 2020; Wiśniewska & Drożdż, 2022). Service units for agribusiness are interested in the development of such type of agriculture. Against a backdrop of the considerations presented in the study, it should be noted that this units see the solutions as a new market for their products, further increasing agriculture's dependence on OGPP.

wyłącznie z OGPP. Brak tych opakowań załame aktualny system dystrybucji nawozów i pestycydów. Załame się dystrybucja części i urządzeń zbudowanych z PVC.

Należy jeszcze powiedzieć o produkcji, który jest podstawą funkcjonowania nie tylko rolnictwa, ale i całej gospodarki, jakim są opony (Szarek, 2023). We współczesnym, nowoczesnym rolnictwie podstawą prowadzenia produkcji są gospodarstwa wielkoobszarowe, bazujące na nowoczesnych, wydajnych maszynach rolniczych. Rozwój współczesnej gospodarki sprawił, że w produkcji rolniczej ziemię i pracę można zastępować w coraz większym stopniu kapitałem. Oznacza to przejście z gospodarki pracochłonnej na kapitałochłonną. Rolnictwo jest dobrym przykładem na te tendencje. Odływ siły roboczej ze wsi, a tym samym braki pracy są rekompensowane przez wzrost nakładów kapitałowych. Stosuje się coraz wydajniejsze i skomplikowane maszyny, ograniczające lub całkowicie eliminujące pracę ludzką. Należy mieć świadomość, że podstawą ich przemieszczania są opony. Brak opon uniemożliwi nie tylko transport wewnątrz-gospodarczy. Niemożliwe będzie wykonanie jakichkolwiek prac przy uprawie gleby, pielęgnacji, zbiorze roślin i dostarczeniu wytworzonych produktów na rynek. Produkt ten ma kluczowe znaczenie w funkcjonowaniu nie tylko rolnictwa jako działu gospodarki, ale całej gospodarki światowej.

Ogromne znaczenie rolnictwa w zmieniającym się świecie i w warunkach zmian klimatu jest podstawą do wprowadzania w życie zasad zielonej gospodarki, inteligentnych specjalizacji, inteligentnych wsi (Adamowicz, 2021; Georgeson, 2017; Newton, 2014). W chwili obecnej dynamicznie rozwija się rolnictwo precyzyjne (*smart farming* i agrotechnika), którego podstawą jest zastosowanie nowoczesnej techniki i informatyki w celu zwiększenia plonowania roślin i wydajności zwierząt przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów (Borusiewicz, 2020; Ekielski & Wesołowski, 2021; Figiel, 2022; Klepacki, 2020; Lorencowicz, 2018; Vecchio i in., 2020; Wiśniewska & Drożdż, 2022). Jednostki obsługi agrobiznesu są zainteresowane rozwojem tego typu rolnictwa. W kontekście rozważań przedstawionych w niniejszym opracowaniu należy stwierdzić, że jednostki te widzą w takich rozwiązaniach nowy rynek zbytu dla swoich produktów, jeszcze bardziej uzależniając rolnictwo od OGPP.

Table 3. Hierarchy of OGPP products used by agriculture
Tabela 3. Hierarchia produktów OGPP wykorzystywanych przez rolnictwo

Place / Miejsce	Specification / Nazwa produktu	Impact on plant/animal performance (pt) / Wpływ na wydajność roślin/zwierząt (pkt)	Number of sections of agriculture where it is necessary / Liczba sekcji rolnictwa gdzie jest niezbędny	Points / Punkty	Substitution possibilities (pt) / Możliwość substytucji (pkt)	Importance for agriculture (pt) / Znaczenie dla rolnictwa (pkt)	Total / Razem
1	Pesticides / Pestycydy	80	19	100	80	100	360
2	Nitrogen fertilizers / Nawozy azotowe	40	19	100	80	100	320
3	Tires / Opony do maszyn rolniczych	–	19	100	100	100	300
4	Detergents / Detergenty	40	8	40	80	80	240
5	Folia do tuneli foliowych / Foil for foil tunnels	60	3	20	80	60	220
6	Agro-woven / Agrowłóknina	60	3	20	80	60	220
7	Foil for ensiling / Folia do zakiszania	40	4	20	100	40	200
8	Irrigation systems / Instalacje do nawadniania- -deszczowania	60	8	40	60	40	200
9	Plastic packaging / Opakowania z tworzyw sztucznych	–	19	100	20	60	180
10	Rubber for milking apparatus / Guma do aparatów udojowych	–	4	20	80	60	160
11	Pots, containers for seedlings / Donice, pojemniki na sadzonki	40	4	20	20	60	140

Source: author's own study.

Źródło: opracowanie własne.

In order to establish the hierarchy of importance of OGPP used by agriculture, Table 3 presents a list of the most important OGPP used by this sector of the economy. To determine the importance of a given product, the bipolar point method developed for the purposes of this work was used, using the following operations:

1. The extent to which a given OGPP affects the performance of plants and animals was determined. A five-point scale was applied, where a low impact was assigned 20 points, and a very significant impact was assigned 100 points.
2. It was also determined in how many agricultural section a given product was necessary. According to NACE Rev. 2, there are 19 sections in agriculture. The following scale was adopted:

Aby ustalić hierarchię ważności produktów OGPP wykorzystywanych przez rolnictwo, w tabeli 3 zamieszczono zestawienie najważniejszych produktów OGPP, wykorzystywanych przez ten dział gospodarki. W celu ustalenia ważności danego produktu, posłużono się opracowaną na potrzeby niniejszej pracy metodą punktową dwubiegunową, stosując następujące działania:

1. Określono, w jakim stopniu dany produkt OGPP wpływa na wydajność roślin i zwierząt. Zastosowano tu skalę pięciopunktową, gdzie za mały wpływ przyznano 20 pkt, a za bardzo duży wpływ 100 pkt.
2. Na podstawie klasyfikacji NACE Rev. 2 określono, w ilu sekcjach rolnictwa dany produkt jest niezbędny. W rolnictwie jest 19 sekcji, wobec czego przyjęto następującą skalę:

- up to 4 sections – 20 points,
- up to 8 sections – 40 points,
- up to 12 sections – 60 points,
- up to 16 sections – 80 points,
- above 16 sections – 100 points.

In the case of an option of a substitution, a reverse five-point scale was applied, where small substitution possibilities were assigned 100 points, and large substitution possibilities were assigned 20 points.

The overall importance of a given product for agriculture was determined. A five-point scale was applied, where low importance was assigned 20 points, and very significant importance was assigned 100 points.

The total points awarded to each product formed the basis for establishing the hierarchy of importance. From the perspective of agriculture, the three most important OGPP are:

1. pesticides,
2. nitrogen fertilizers,
3. tyres.

The specified products are used in all agricultural sections. They have a direct impact, except for tyres, on the performance of plants and animals, and due to their extensive use, they have low substitution possibilities with non-OGPP products. The meaning of the products has been described previously.

The fourth product in the hierarchy is detergents. They are essential in high-yield animal production, especially in dairy farming. Their use prevents microbial growth and influences animal health. They also play a significant role in vegetable production under cover sheets or screens and in storage management.

The fifth product is agrofleece (non-woven fabric), which is used in high-yield vegetable production. Covering and mulching accelerate crop yield and reduce the costs of product protection and preparation for sale.

The sixth position in the hierarchy is occupied by silage wrap and irrigation/rain systems. Silage wrap is widely used as an effective way to prepare and store feed in ruminant nutrition. The significance of irrigation/rain systems and other OGPP has been discussed earlier.

Having a less direct impact on production volume and substitution possibilities, plastic packaging is of lower importance. In this case, the greatest challenge lies with manufacturers and distributors of packaging, necessitating their replacement with other types of packaging or the use of returnable packaging.

Despite the earlier emphasis on the importance of rubber used in milking machines, it finds itself in the penultimate position in this ranking. It does not have a direct impact on production volume,

- do 4 sekcji – 20 pkt,
- do 8 sekcji – 40 pkt,
- do 12 sekcji – 60 pkt,
- do 16 sekcji – 80 pkt,
- powyżej 16 sekcji – 100 pkt.

W przypadku możliwości substytucji zastosowano odwróconą skalę pięciopunktową, gdzie za małe możliwości zastąpienia przyznano 100 pkt, a za duże możliwości zastąpienia – 20 pkt.

Określono całościowe znaczenie danego produktu dla rolnictwa. Użyto skali pięciopunktowej, w której za małe znaczenie przyznano 20 pkt, a za bardzo duże znaczenie – 100 pkt.

Suma punktów przyznana poszczególnym produktom była podstawą do ustalenia hierarchii ważności. Z punktu widzenia rolnictwa, trzema najważniejszymi produktami OGPP są w kolejności:

1. pestycydy,
2. nawozy azotowe,
3. opony.

Stosowane są we wszystkich sekcjach rolnictwa, mają bezpośredni wpływ – oprócz opon – na wydajność produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ze względu na masowość stosowania produkty te mają niskie możliwości zastąpienia innymi, nie pochodzącymi z OGPP produktami. Znaczenie tych produktów zostało wcześniej opisane.

Czwartym produktem w hierarchii ważności są detergenty. Są one konieczne w wysokowydajnej produkcji zwierzęcej, szczególnie w mleczarstwie. Ich stosowanie zapobiega rozwojowi drobnoustrojów i wpływa na zdrowotność zwierząt. Mają również duże znaczenie w produkcji warzyw pod osłonami i gospodarce magazynowej.

Piątym produktem jest agro-włóknina, która jest stosowana w wysokowydajnej produkcji warzyw. Okrywanie i ściółkowanie przyspiesza plonowanie, zmniejsza nakłady na ochronę i przygotowanie produktów do sprzedaży.

Szóste miejsce w hierarchii ma folia do zakiszania i instalacje do nawadniania/deszczowania. Folia do zakiszania jest obecnie powszechnie stosowana jako efektywny sposób przygotowania i przechowywania pasz w żywieniu przeżuwaczy. Znaczenie instalacji do nawadniania/deszczowania i pozostałych produktów OGPP zostało omówione wcześniej.

Mniejsze znaczenie, ze względu na to, że nie mają bezpośredniego wpływu na wielkość produkcji i możliwość substytucji, mają opakowania z tworzyw sztucznych. W tym wypadku największe wyzwanie stoi przed producentami i dystrybutorami opakowań. Konieczne jest zastąpienie ich innymi rodzajami opakowań bądź wykorzystanie opakowań zwrotnych.

but due to limited substitution possibilities, attention should be paid to the product.

Plant pots and seedling containers are at the bottom of the ranking. This is because their use is almost exclusively limited to the production of vegetable, fruit, and flower seedlings, with a significant possibility of substitution with products derived from materials other than OGPP.

Summary and Conclusions

The analysis presented in the article demonstrates that agriculture extensively relies on OGPP, which confirmed the hypothesis stated at the beginning. Dissociation from these products may lead to a decrease in the yield of crops, associated with:

- lack of nitrogen fertilization,
- lack of chemical protection using pesticides,
- hindered possibilities of applying fertilizers and pesticides,
- lack of materials for irrigation and rain systems.

Based on the analysis of the importance of chemical processing products, it has been found that most important for agriculture are pesticides, followed by nitrogen fertilizers. Tyres for machines and agricultural equipment are key for modern, high-efficiency agriculture. In the case of livestock production, the greatest significance was assigned to detergents.

Being aware of the scale of agriculture's dependence on OGPP, one may set the following directions for agricultural development to counteract the dependence on chemical products:

- development of precision agriculture focused on proper fertilization and plant protection;
- development of precision agriculture based on the use of production inputs from sources other than oil and natural gas;
- intensification of organic farming development and increased yields in the case of those farms where the basis will be inputs from sources other than oil and natural gas.

Currently, we know the exact use of fertilizers and pesticides in agriculture. Work is also being carried out on the use of other methods ensuring high yields of crops using these means of production. However, the scale of the use of other means of production, listed in Table 3, is unknown.

Pomimo wcześniejszego zwrócenia uwagi na ważność gumy stosowanej w aparatach udojowych, w tym zestawieniu znalazła się ona na przedostatnim miejscu. Nie ma ona bezpośredniego wpływu na wielkość produkcji, lecz ze względu na małe możliwości zastosowania substytutów, należy zwrócić uwagę na ten produkt.

Donice i pojemniki na sadzonki znalazły się na ostatnim miejscu zestawienia. Wynika to z faktu, że ich zastosowanie ogranicza się prawie wyłącznie do produkcji rozsady warzyw, owoców i kwiatów oraz dużą możliwość zastąpienia ich produktami, pochodzącymi z innych niż OGPP materiałów.

Podsumowanie i wnioski

Analiza materiału zawartego w tym artykule pozwala na stwierdzenie, że rolnictwo masowo wykorzystuje produkty OGPP, co potwierdziło postawioną na wstępie hipotezę. Odcięcie od dostaw tych produktów może doprowadzić do spadku plonowania roślin uprawnych, związanego z:

- brakiem nawożenia azotowego,
- brakiem ochrony chemicznej przy użyciu pestycydów,
- utrudnionymi możliwościami aplikacji nawozów i pestycydów,
- brakiem materiałów do instalacji nawadniających i deszczujących.

W świetle analizy znaczenia produktów przetwórstwa chemicznego stwierdzono, że najważniejsze dla rolnictwa są pestycydy, a kolejne miejsce zajmują nawozy azotowe. Bardzo ważne dla nowoczesnego, wysokowydajnego rolnictwa są opony do maszyn i urządzeń rolniczych. W przypadku produkcji zwierzęcej największe znaczenie przypisano detergentom.

Znając skalę uzależnienia rolnictwa od produktów OGPP, można wskazać następujące kierunki rozwoju rolnictwa, które będą przeciwdziałać uzależnieniu od produktów chemicznych:

- rozwój rolnictwa precyzyjnego, skoncentrowanego na odpowiednim nawożeniu i ochronie roślin,
- rozwój rolnictwa precyzyjnego, bazującego na wykorzystaniu środków produkcji pochodzących z innych źródeł niż ropa naftowa i gaz ziemny,
- intensyfikacja rozwoju rolnictwa ekologicznego i wzrostu plonowania w tych gospodarstwach, gdzie podstawą będą środki produkcji pochodzące z innych źródeł niż ropa naftowa i gaz ziemny.

Obecnie znamy dokładne zużycie nawozów i pestycydów w rolnictwie. Prowadzone są również prace nad wykorzystaniem innych metod zapewniających wysokie plonowanie roślin uprawnych

There is a need to conduct comprehensive research on the scale of the use of these means and the possibilities of substitution by other, non-OGPP means of production.

Currently, researchers are focused on food security, which involves the production of safe food, free from pesticide and mineral fertilizer residues, and counteracting the impact of climate change on limiting food production (Makutėnas et al., 2024; Nicholson et al., 2021; Sabola, 2024; Shayanmehr et al., 2024). The threat of food production being dependent on products from oil and natural gas processing is being marginalized. It should be realized that the combination of negative consequences of climate change and the lack of OGPP increases the threat to food security on a global scale.

Science is facing new, very serious challenges, because the state and conditions of agriculture are different in each country. Cutting off supplies of OGPP will have a negative impact primarily on food production in developing countries and in countries that consume the most mineral fertilizers and plant protection products, and in countries that do not have their own coal, oil, and natural gas resources. Research should first focus on the inventory of resources used from OGPP. Then, actions should be taken to replace OGPP with other products. The problem is serious, because there are only 35 years left until 2060, the year given by researchers as the date when oil and gas resources will run out.

Current trends in the fertilizer and pesticide market are not very optimistic. As developing countries become richer, the expected further increase in pesticide use is beneficial for pesticide-producing concerns (Hedlund, 2020). This market is systematically growing, so one should expect increasing contamination of food and the environment. On the other hand, the lack of these substances may lead to a collapse of food production and hunger, primarily in developing countries. The question therefore remains open whether we will agree to food and environmental contamination in a world free from hunger or we will choose food without any pollution, an unpolluted environment and serious food shortages.

Knowing the effects of the lack of OGPP in agriculture, it is postulated to change the approach to products manufactured with the use of crude oil and natural gas. Instead of focusing on the negative consequences of using pesticides and fertilizers for human health, the environment, and climate, it should be emphasized that without these products it will be impossible to feed the constantly growing human population. Preventive measures should be taken

z użyciem tych środków produkcji. Nieznana jest natomiast skala wykorzystania innych środków produkcji, wyszczególnionych w tabeli 3. Istnieje konieczność przeprowadzenia kompleksowych badań nad skalą wykorzystania tych środków i możliwościami substytucji przez inne, niepochodzące z OGPP środki produkcji.

Obecnie uwaga badaczy jest skoncentrowana na bezpieczeństwie żywnościowym, polegającym na produkcji bezpiecznej żywności, wolnej od pozostałości pestycydów i nawozów mineralnych oraz na przeciwdziałaniu wpływowi zmian klimatu na ograniczenie produkcji żywności (Makutėnas i in., 2024; Nicholson i in., 2021; Sabola, 2024; Shayanmehr i in., 2024). Marginalizuje się zagrożenie, jakim jest uzależnienie produkcji żywności od produktów przetwórstwa ropy naftowej i gazu ziemnego. Należy uzmysłowić sobie, że nałożenie się negatywnych konsekwencji zmian klimatycznych i braku OGPP, zwiększa zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego w skali całego świata.

Przed nauką stoją nowe, bardzo poważne wyzwania, ponieważ stan i uwarunkowania rolnictwa są inne w każdym kraju. Odcięcie od dostaw produktów OGPP będzie miało negatywny wpływ przede wszystkim na produkcję żywności w krajach rozwijających się oraz w krajach, które zużywają najwięcej nawozów mineralnych i środków ochrony roślin oraz w krajach nieposiadających własnych zasobów węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego. Badania powinny być w pierwszej kolejności skupione na inwentaryzacji zużywanych zasobów pochodzących z OGPP. W dalszej kolejności należy podjąć działania zmierzające do zastąpienia produktów OGPP innymi produktami. Problem jest poważny, ponieważ do roku 2060, podawanego przez badaczy jako data wyczerpania się zasobów ropy i gazu, zostało tylko 35 lat.

Aktualnie panujące tendencje na rynku nawozów i pestycydów nie nastrajają optymizmem. Przewidywany dalszy wzrost zużycia pestycydów w miarę bogacenia się krajów rozwijających się, jest korzystny dla koncernów produkujących pestycydy (Hedlund, 2020). Rynek ten systematycznie się powiększa, należy więc spodziewać się coraz większego skażenia żywności i środowiska. Z drugiej strony, brak tych substancji może doprowadzić do załamania produkcji żywności i głodu, w pierwszej kolejności w krajach rozwijających się. Otwarta pozostaje więc kwestia, czy zgodzimy się na zanieczyszczenie żywności i środowiska w świecie wolnym od głodu czy wybierzemy żywność bez żadnych zanieczyszczeń, nieskażone środowisko i poważne braki żywności.

without delay to conduct high-yield agricultural production without OGPP. This is perhaps the most important task facing science in the face of the depletion of oil and natural gas reserves.

Znając skutki braku produktów OGPP w rolnictwie, postuluje się zmianę podejścia do wytwarzanych z udziałem ropy naftowej i gazu ziemnego produktów. Zamiast koncentrować się na negatywnych skutkach używania pestycydów i nawozów sztucznych dla zdrowia człowieka, środowiska i klimatu, należy podkreślić, że bez tych produktów niemożliwe będzie wyżywienie stale rosnącej populacji ludzkiej. Powinno się niezwłocznie podjąć działania zapobiegawcze, których celem będzie prowadzenie wysokowydajnej produkcji rolnej bez produktów OGPP. Być może jest to najważniejsze zadanie, jakie stoi przed nauką w obliczu wyczerpywania się rezerw ropy naftowej i gazu ziemnego.

References/Bibliografia

- Adamowicz, M. (2021). Agricultural Development Processes in the Context of Globalization Challenges and New Approaches to the Concept of Sustainable Development. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 366(1), 24–45. <https://doi.org/10.30858/zet/132395>
- Altieri, M.A. (n.d.). Modern Agriculture: Ecological Impacts and the Possibilities for Truly Sustainable Farming. https://agroeco.org/wp-content/uploads/2011/02/ecol_impact_modern_ag.pdf
- Atlas pestycydów. Fakty na temat toksycznych substancji chemicznych w rolnictwie.* (2024). Fundacja im. Heinricha Bölla w Warszawie, Polski Klub Ekologiczny Koło w Gliwicach, Koalicja Żywa Ziemia. https://pl.boell.org/sites/default/files/2024-02/atlas-pestycydow-2024_1.pdf
- Baer-Nawrocka, A., & Markiewicz, N. (2013). Relacje między czynnikami produkcji a efektywność wytwarzania w rolnictwie Unii Europejskiej. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 3(29), 5–16. https://www.researchgate.net/publication/331523764_Relacje_miedzy_czynnikami_produkcji_a_efektywnosc_wytwarzania_w_rolnictwie_Unii_Europejskiej
- Borusiewicz, A. (2020). *Agrotronika*. [Prezentacja]. II Forum Wiedzy i Innowacji. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. https://www.kpodr.pl/wp-content/uploads/2017/12/borusiewicz_agrotronika.pdf
- Burek, S. (2010). When Will Fossil Fuels Finally Run Out and What Is the Technical Potential for Renewable Energy Resources? *International Journal of COMADEM*, 4(13), 22–27. <https://researchonline.gcu.ac.uk/en/publications/when-will-fossil-fuels-finally-run-out-and-what-is-the-technical->
- Deming, D. (2003). Are We Running Out of Oil? *Policy Backgrounder*, 159, 1–9.
- Devlet, A. (2021). Modern Agriculture and Challenges. *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 2(1), 21–29. <https://doi.org/10.51753/flsrt.856349>
- Dobosz, B., & Jaskólecki, H. (2007). Pozostałości pestycydów w żywności pochodzenia roślinnego. *Problemy Ekologii*, 11(4), 187–190. <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-article-BAR0-0028-0005>
- Ekielski, A., & Wesołowski, K. (2021). *Systemy Agrotroniczne*. Polska Izba Gospodarcza Maszyn i Urządzeń Rolniczych. https://zskcrjablon.pl/wp-content/uploads/2020/03/Systemy_agrotroniczne_ca%C5%82a-ksi%C4%85%C5%BCka.pdf
- Eurostat. (2008, July 10). NACE Rev. 2. Statistical Classification of Economic Activities in the European Community. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-ra-07-015>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). Statistical Yearbook. World Food And Agriculture 2022. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2022). *Report 2021. Pesticide Residues in Food. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues*. <https://doi.org/10.4060/cb8313en>
- FAOstat. (n.d.). Pesticides Use. Retrieved April 3, 2024 from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
- Fereniec, J. (1997). *Zarys ekonomiki i organizacji rolnictwa*. Cz. 1. Wydawnictwo Uczelniane WSRP.
- Figiel, S. (2022). Development of Artificial Intelligence and Potential Impact of Its Applications in Agriculture on Labor Use and Productivity / Rozwój sztucznej inteligencji i potencjalny wpływ jej zastosowań w rolnictwie na wykorzystanie siły roboczej i produktywność. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 373(4), 5–21. <https://doi.org/10.30858/zet/153583>
- Floriańczyk, Z., & Rembisz, W. (2023). Changes in Production Factor Relations and Their Determinants in Agriculture in Selected European Union Countries / Zmiany relacji czynników produkcji i ich uwarunkowania w rolnictwie wybranych krajów Unii Europejskiej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 377(4), 26–51. <https://doi.org/10.30858/zet/176771>
- Georgeson, L., Maslin, M., & Poessinouw, M. (2017). The Global Green Economy: A Review of Concepts, Definitions, Measurement Methodologies and Their Interactions. *Geography and Environment*, 4(1), 1–23. <https://doi.org/10.1002/geo2.36>
- Główny Urząd Statystyczny (GUS). (2022). *Wstępny szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnictwa w 2022 r.* <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnictwo/wstepny-szacunek-glownych-ziemioplodow-rolnych-i-ogrodnictwa-w-2022-roku,3,16.html>
- Główny Urząd Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej (GUS RP). (1939). *Mały rocznik statystyczny*. GUS RP. <https://mbc.cyfrowemazowsze.pl/dlibra/publication/17005/edition/14498/content>
- Hedlund, J., Longo, S.B., & York, R. (2019). Agriculture, Pesticide Use, and Economic Development: A Global Examination (1990–2014). *Rural Sociology*, 85(2), 519–544. <https://doi.org/10.1111/ruso.12303>
- Klepacki, B. (2020). Precision Farming as an Element of the 4.0 Industry Economy. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XXII(3), 119–128. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.3572>
- Lamb, R., & Bos, S. (2023, September 21). When Will We Run Out of Oil, and What Happens Then? <https://science.howstuffworks.com/environmental/energy/run-out-of-oil.htm>

- Lorencowicz, E. (2018). Cyfrowe rolnictwo – cyfrowe zarządzanie. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 20(4), 104–110. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2952>
- Magdoff, F. (2007). Ecological Agriculture: Principles, Practices, and Constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 109–117. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001846>
- Makutėnas, V., Arminienė, A., & Kaupys, E. (2024). Food Security in the Baltic States. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 46(1), 1–14. <https://doi.org/10.15544/mts.2024.01>
- Nachtman, G. (2014). Konkurencyjność ekologicznych gospodarstw roślinnych na tle gospodarstw prowadzących produkcję z udziałem zwierząt. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 341(4), 131–143. <http://www.zer.waw.pl/pdf-83548-19070?filename=19070.pdf>
- Newton, A.C., & Cantarello, E. (2014). *An Introduction to the Green Economy*. Science, Systems and Sustainability. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315884486>
- Nicholson, C.F, Stephens, E.C., Kopainsky, B., Jones, A.D., Parsons, D., & Garrett, J. (2021). Food Security Outcomes in Agricultural Systems Models: Current Status and Recommended Improvements. *Agricultural Systems*, 188, 103028. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103028>
- Oerke, E.C., & Dehne, H.W. (2004). Safeguarding Production—Losses in Major Crops and the Role of Crop Protection. *Crop Protection*, 23(4), 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>
- Polish Chamber of Chemical Industry. (PIPC). (2017). Chemical industry in Poland. Position, challenges, prospects. https://pipc.org.pl/wp-content/uploads/2022/10/Przemysl-chemiczny-w-Polsce_2016.pdf
- Popp, J., Pető, K., & Nagy, J. (2013). Pesticide Productivity and Food Security. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>
- Rozporządzenie (WE) Nr 1893/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej NACE Rev. 2 i zmieniające rozporządzenie Rady (EWG) nr 3037/90 oraz niektóre rozporządzenia WE w sprawie określonych dziedzin statystycznych (Dz.U. L 393 z 30.12.2006). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex:32006R1893>
- Sabola, G.A. (2024). Climate Change Impacts on Agricultural Trade and Food Security in Emerging Economies: Case of Southern Africa. *Discover Agriculture*, 2(12). <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00026-1>
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G.P.S., Handa, N., Kohli, S.K., Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D., Dar, O.I., Singh, K., Jasrotia, S., Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R., & Thukral, A.K. (2019). Worldwide Pesticide Usage and its Impacts on Ecosystem. *SN Applied Sciences*, 1, 1446. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>
- Shayanmehr, S., Henneberry, S.R., Ali, E.B., Sabouni, M.S., & Foroushani, N.S. (2024). Climate Change, Food Security, and Sustainable Production: A Comparison Between Arid and Semi-Arid Environments of Iran. *Development and Sustainability*, 26, 359–391. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02712-w>
- Struciński, P. (2022). *Pozostałości pestycydów w owocach i warzywach – fakty i mity*. Retrieved March 7, 2024, from <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/zasady-zdrowego-zywienia/pozostalosci-pestycydow-w-owocach-i-warzywach-fakty-i-mity/>
- Szarek, S. (2023). Dependence on Chemical Industry Products Made From Oil and Gas – On the Way to the Annihilation of Humanity. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Seria Administracja i Zarządzanie*, 60(133), 25–38. <https://doi.org/10.34739/zn.2023.60.03>
- Tang, F.H.M., Lenzen, M., McBratney, A., & Maggi, F. (2021). Risk of Pesticide Pollution at the Global Scale. *Nature Geoscience*, 14, 206–210. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>
- Tirado, R. (2009). Defining Ecological Farming. *Greenpeace Research Laboratories Technical Note*. <https://www.greenpeace.to/publications/defining-ecological-farming-2009.pdf>
- Vecchio, Y., Agnusdei, G.P., Miglietta, P.P., & Capitanio, F. (2020). Adoption of Precision Farming Tools: The Case of Italian Farmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 869. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030869>
- Wei, Z., Ying, H., Guo, X., Zhuang, M., Cui, Z., & Zhang, F. (2020) Substitution of Mineral Fertilizer with Organic Fertilizer in Maize Systems: A Meta-Analysis of Reduced Nitrogen and Carbon Emissions. *Agronomy*, 10(8), 1149. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081149>
- Wiśniewska, A., & Drożdż, J. (2022). *Rolnictwo precyzyjne w Polsce*. Ministerstwo Rozwoju i Technologii.
- World Health Organization & Food Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Global Situation of Pesticide Management in Agriculture and Public Health*. Report of a 2018 WHO–FAO Survey. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/329971/9789241516884-eng.pdf?sequence=1>
- Wang, X., Liu, M., Ciampitti, I.A., Cui, J., Fang, K., Zhao, S., He, P., Zhou, W. (2024). Benefits and Trade-Offs of Replacing Inorganic Fertilizer by Organic Substrate in Crop Production: A Global Meta-Analysis. *Science of The Total Environment*, 925, 171781. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171781>

- Yakymchuk, A., & Pomianek, T. (2023). Ensuring Food Security for the Population Through Plant-Based Nutrition: Collaboration Between Poland and Ukraine. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 187, 777–797. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2023.187.41>
- Zhaoqiang, H., Leng, Y., Sun, Z., Li, Z., Xu, P., Wu, S., Liu, S., Wang, J., & Zou, J. (2024). Substitution of Organic and Bio-Organic Fertilizers for Mineral Fertilizers to Suppress Nitrous Oxide Emissions from Intensive Vegetable Fields. *Journal of Environmental Management*, 349, 119390. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119390>
- Zimny, L. (2007). Definicje i podziały systemów rolniczych. *Acta Agrophysica*, 10(2), 507–518. <http://www.acta-agrophysica.org/pdf-107642-38451?filename=38451.pdf>

Submission date / Data nadesłania: 5.03.2024.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 30.05.2024.

Acceptance date / Data akceptacji: 4.10.2024.

© 2025 Szarek, S. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Szarek, S. (2025). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

