

Monografia

***Wybrane zagadnienia
Rolnictwa i ekologii***

Opole 2016

RECENZENCI :

Dr hab. inż. Stanisław Gajda, Prof. UO

Dr hab. inż. Ryszard Janka, Prof. UO

SKŁAD I REDAKCJA TECHNICZNA:

Dr inż. Alicja Gawdzik

Niniejsza monografia jest wynikiem współpracy badawczej pracowników naukowych Ukrainy zajmujących się szeroko pojętą problematyką ekologiczno-rolniczą z pracownikami Samodzielnej Katedry Inżynierii Procesowej Uniwersytetu Opolskiego (SKIP), specjalizującymi się również w tej problematyce.

Inicjatorem tej niezwykle owocnej współpracy była profesor Antonina Kalinichenko od szeregu lat będąca pracownikiem SKIP, a uprzednio zatrudniona w Państwowej Akademii Rolniczej w Połtawie.

W monografii przedstawiono nie tylko artykuły powstałe we współpracy pracowników SKIP z uczonymi zatrudnionymi w wiodących ośrodkach naukowych Ukrainy usytuowanych w takich miastach jak Lwów, Żytomierz, Umańsk, Charków, Kijów czy Połtawa, ale również niektóre samodzielne prace uczonych ukraińskich.

Niniejsza monografia dowodzi tezy, że nauka i współpraca naukowo-badawcza nie zna granic i jest ze wszech miar wskazana.

SOILS OF UKRAINE, THEIR PROPERTIES AND FERTILITY

Introduction

The total area of Ukraine is 60.1 million hectares, agricultural land - 41.8 million hectares, arable land - 32.7 million hectares, population - about 43 million people. It includes natural areas of Polissya (in the north) with soddy-podzolic and gley soils of light particle size distribution on fluvioglacial rocks, Forest-Steppe (in the middle of the country) - with chernozems podsolized and typical, dark gray and gray soils, North and South Steppe (in south) with chernozems ordinary and southern, Arid Steppe with chestnut saline soils and solonetz. In the Steppe and Forest Steppe there are soils mainly heavy loamy and light clay particle size distribution on loess and loess loams.

The surface is mostly flat with some hills (Volyn-Podolsk – in West, spurs of Middle- Russian - in the northeast, Donetsk ridge - the southeast) in the far West and South - Carpathian and Crimean mountains. The average January temperature from + 2 ° to + 4 ° on the Southern coast of Crimea to -8° in the northeast, July from + 18 ° in the northwest to + 23-25 °, on the southern coast of Crimea. Rainfall from 700 mm in the northwest and to 300 mm in the southeast per year. In the mountainous Crimea and the Carpathians - 1000-1600 mm per year.

Aim

To consider agronomically important properties of soils in Ukraine, to estimate their real state, fertility and justify the ways of rational use and protection.

Objects and methods

The article is written using the database "Properties of Ukrainian Soils", which is currently includes information from more than 2,000 pits (1). All measurements are made using standard or conventional research methods in Ukraine.

Quantitative indicators of degradation, negative natural manifestations of arable soils, and the spread of arable land is calculated on the basis digitized maps. Areas of possible degradation on dynamic parameters (compaction) are calculated on the basis of the definitions in equilibrium, splitting - after pre-

sowing tillage and sowing and after the main plowing cultivation (moldboard) in autumn. The risk of a lack of productive moisture - by agroclimatic directories, specific resistance - by measurements of standard items.

Characteristics of soils

The most common in Polessya soddy-podsolic soils (Albeluvisols Umbric, Albeluvisols Gleyic, more than 2.5 mln. ha) contain in the upper horizon less than 2% of humus, are characterized by low saturation of bases, acidic reaction of soil solution, and gleying (surface or intrasoil).

Typical chernozems of Forest-Steppe (Chernozems Chernic, more than 7.0 mln. ha) are characterized by a deep well humus profile to 120-150 cm. The content of humus depending on particle size distribution varies from 2.5 to 6.0% or respectively from 300-350 to 550-600 t / ha. The absorption capacity to 45 mEq /100 g soil, absorbed cations strongly dominated by calcium. pH_{H_2O} - 6,7-7,3, hydrolytic acidity is not more than 1.2 mEq / 100 g.

Chernozems ordinary of Northern Steppe (Chernozems Calcic) occupy an area of 11.5 million hectares, their properties depend on particle size distribution, for the most common varieties heavy loamy kinds humus profile depth is to 85 cm, and humus content in the arable layer - 3.5-4.5% .

Dark brown and chestnut saline soils of Arid Steppe (Kastanozems Haplic, about 1.3 mln. Ha) humus profile is 75 cm, humus content in the topsoil of light clay kind that dominates - about 3%.

Therefore, soil cover of Ukraine consists of 60% chernozems - unique in their structure, properties and potential fertility. Based on the study of these soils the scientist V.V. Dokuchaev laid the foundations of the new science - soil science that is now recognized around the world. These soils are distinguished by ultradeep (over 1 m) humus layer, fine granular structure, almost perfect density structure, good and moderate supply of nutrients. Unfortunately, these model objects are preserved only in virgin conditions. It turned out that the world's best chernozem ("Soil king" by V.V. Dokuchaev) is very vulnerable to human interference and especially under the influence of excessive interference is able to become degraded soil. On this basis it is difficult to realize the potential output (which is to Ukraine a lot more 60 million tons of grain) and almost impossible to maintain a comfortable environmental conditions.

The content and intensity of degradation in arable soils

Soils Ukraine have been well studied, but it does not become an obstacle to the intensive processes of degradation. About a third of arable area eroded, lost about 20% of organic matter, large areas of arable soils in compacted subsoil layer, significantly reduced supply of nutrients, numerous problems occur on reclaimed soils.

Comparison of arable soils with virgin counterparts shows that over the last 40-50 years the most typical processes are (2-7):

- Dehumification with a speed of 0.5 - 1.5 t/ha per year with a tendency to braking loss to late 80's. From 2005 to 2009 dehumification flowed with a speed of 0,42-0,51 t / ha per year;

- Growth of balance deficit of available nutrients, especially nitrogen and potassium (as - 41,5-56,4 kg / ha in 2001 and -32.9 - - 64.2 in 2009);
- chernozem acidification, particularly noticeable in Cherkasy and Sumy regions ($\Delta pH = - 0.3-0.5$);
- overcompaction especially noticeable in the western Forest-steppe and generally spread to 40% of arable land, destruction of structures and crust formation;
- erosion reducing of topsoil power, reaching several centimeters in chernozem soil (estimates) and drained soils of Polissya;
- Secondary alkalinity and salinity in irrigated soils.

From the other negative processes, development of which is observed locally, we mark pollution (heavy metals and radionuclides), waterlogging, flooding, formation of soda.

Over 130 years, since the first measurements of humus contents in the soils of Ukraine made by V.V. Dokuchaev, loss of humus in the soils of Forest-steppe in the average reached 22%, in soils of Steppe -19.5% and in soils of Polessya - about 19 %. Greatest humus losses were occurred in the 70's, when in the seeded area the proportion of cultivated crops - sugar beet and sunflower was dramatically increased.

However, in the 80 years the loss has slowed due to the use of the annual average in the country of 8.4 t/ha of manure and 150 kg a.m. of mineral fertilizers per 1 ha of arable land, and in some areas even higher - respectively 15 t/ha and more 200 kg a.m. During these years in soils of Ukraine it was simple reproduction of fertility, that is, formed non-deficit balance of basic nutrients. Unfortunately, next years it was marked decrease in arable soils entering of mineral and organic fertilizers.

As a result of the loss of humus and extremely high level of tilled agricultural lands in soils there is deteriorating physical properties (particularly the equilibrium density structure and waterproof of soil units) and increases the risk of water and wind erosion. The total area of soils with short humus-accumulative horizon is 13.4 mln. ha. It is believed that this occurs as a result of water erosion. Another big area (especially in the Stepe) where there is a risk of wind erosion. Last its manifestation in 2004 covered an area of 7.4 mln. ha.

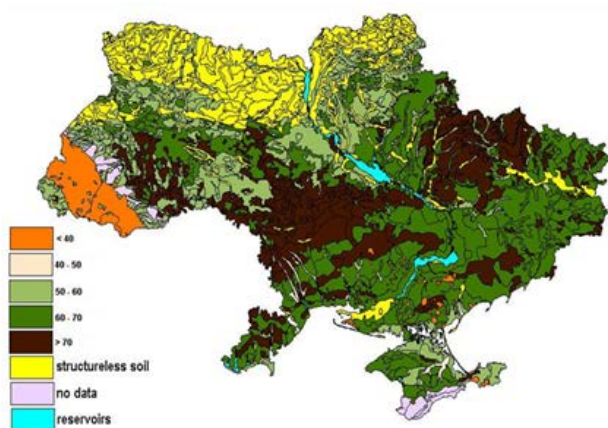
Overcompaction and consolidation of separate units is the most dangerous consequence of intensive mechanical cultivation for soils of Ukraine. Despite the fact that from 2007 Ukraine has a standard that limits the load on the soil in the country it is still used the machine and tractor units (MTU) with specific unacceptable pressure. Overcompaction threat exists in all natural zones of Ukraine. The reason for the extensive development of negative processes in addition to the MTU, there are also many soil factors, including, primarily loamy particle size distribution, low output (before cultivation) density structure and the humidity in the spring, close to the physical ripeness. Due to a large number of individual process operations performed by heavy tractors and combines, overcompaction often occurs even on easy, poor susceptible to compaction soils.

Therefore, unfavorable anthropogenic evolution of soils is actually observed fact, and its content is a reasonable concern. Arable soils are in a none-

equilibrium (unstable) state (Table 1, Fig.1,2). The conclusion of this situation is clear: together with the evolution of the soil technology of agriculture must evolve too. And soil conservative content should be richer than worst result of human evolution of soils. In the methods of cultivation their soil protective orientation should dominate.

Table. 1. Area of distribution of degradation phenomena, their risks or negative effects of soil properties of arable Ukraine

Indicator of degradation or risk of negative soil property	Quantitative characteristic	Area of distribution	
		mil. ha	% (from area of arable land, 32 mil. ha)
risk of lumps formation	>10% lumps sized >10mm in sowing layer	3,8	12,1
risk of dispersion	>10% fractions <0,25 mm	14,1	44,1
risk of abrasion	operation of ploughshares >70 g/ha	6,9	21,6
risk of overcompaction	>1,25g/cm ³ in sowing layer	17,3	54,1
risk of soil dispersion	>8% by Kaczynski factor	5,8	18,1
risk of lack of productive moisture in spring	< 20mm in layer 0-20 cm	6,9	21,6
the risk of lack of productive moisture during the formation of generative organs	<100 mm in layer 0-100 cm	21,3	66,6
probability of humidity deviation from physical maturity	>22% and <13% in sowing layer in spring	9,5	29,7
reduced number of days with humidity of optimum crushing in spring	<5	1,5	0,05
the same in autumn	<5	11,0	34,3
ultra-high resistivity under plowing	>0,6 kgc/cm ²	9,1	28,4
reduced number of agronomically useful aggregates	<50% aggregates sized 10-0,25 mm	14,1	44,1
reduced water resistance of aggregates	<40% aggregates sized >0,25 mm	8,4	26,2
lowered general equilibrium porosity	<50% in arable layer	11,1	34,7



Distribution of arable land in Ukraine on the content of the aggregates sized 0,25-10,0 mm

Content of a fraction, %	Soil area	
	%	mil. ha
> 70	28,8	8,6
70-60	42,1	12,6
60-50	17,7	5,3
50-40	0,5	0,2
50-40	0,8	0,2
< 40		
structureless soil,	9,3	2,8
no data	0,8	0,2

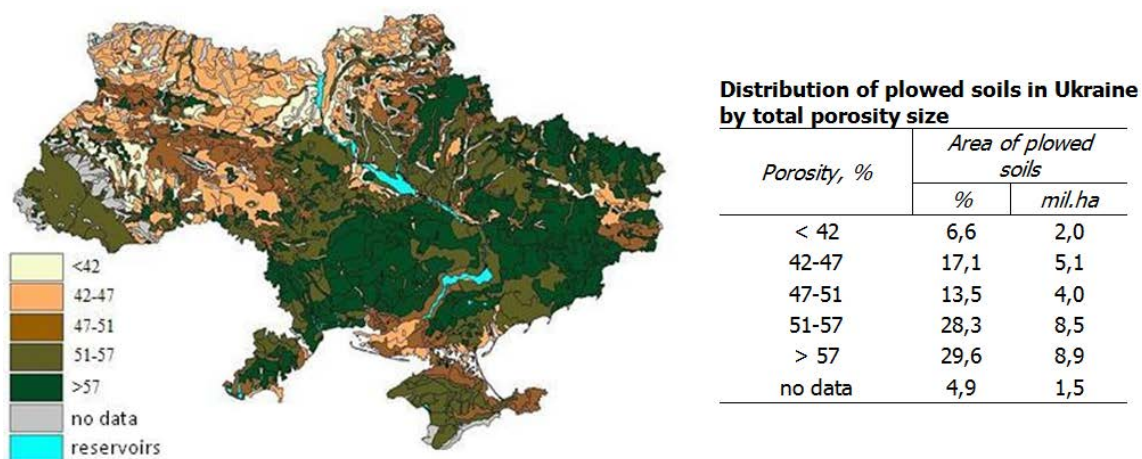
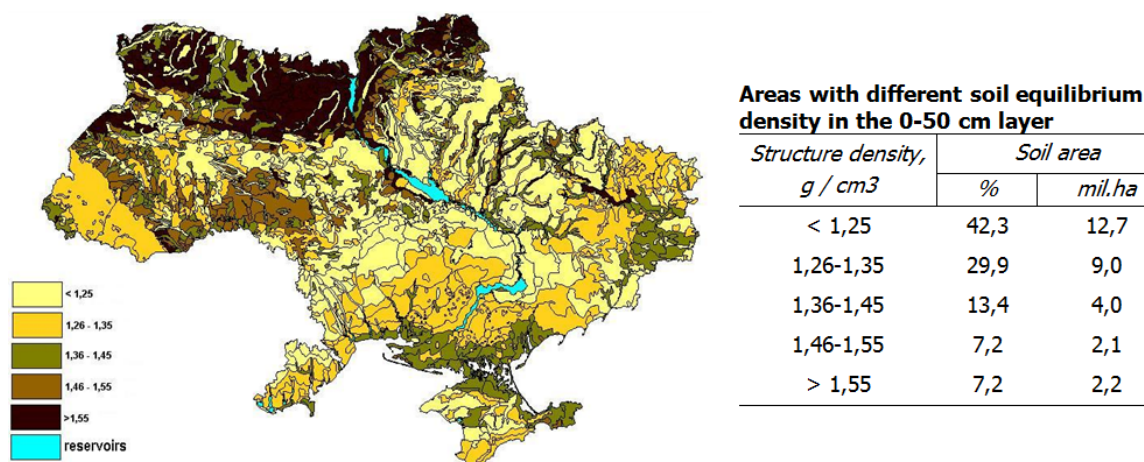
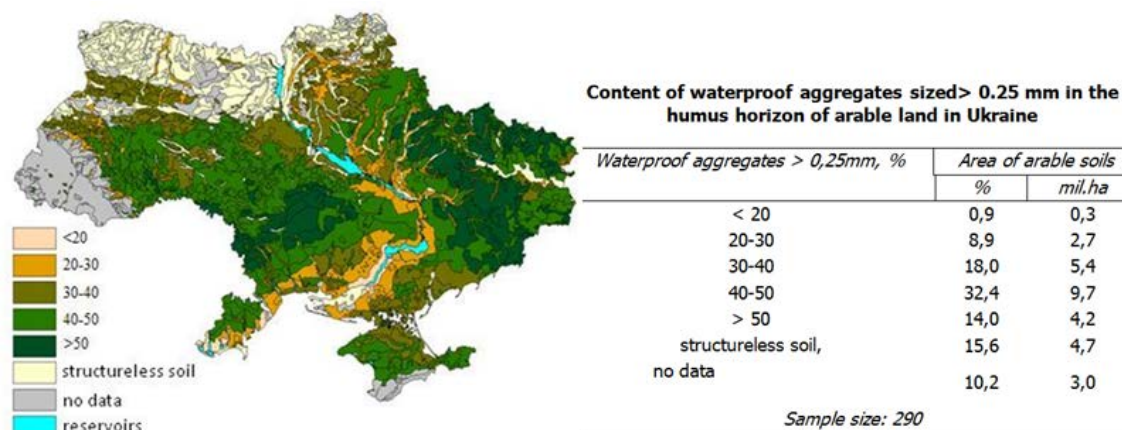
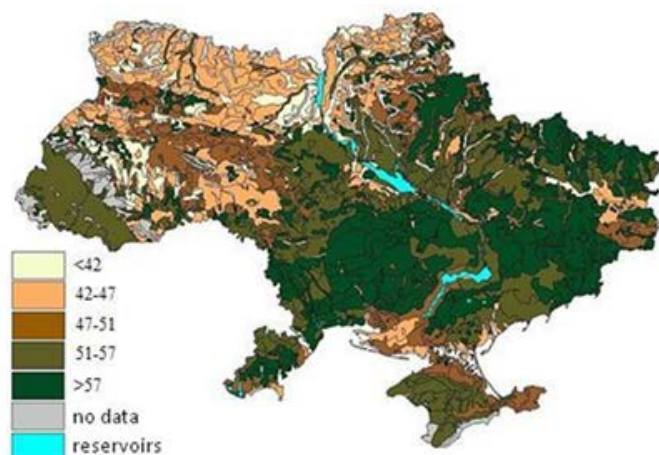
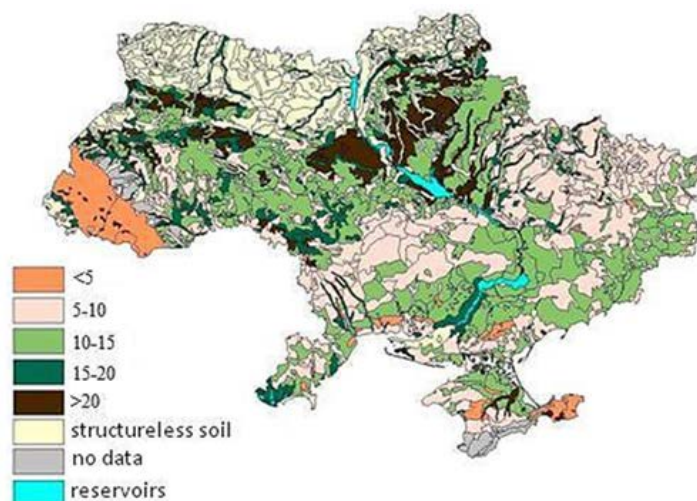


Fig. 1. Structure and composition of plowed soil of Ukraine



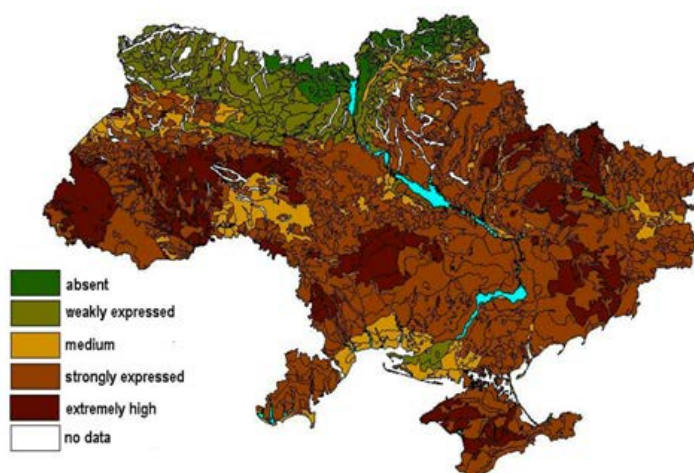
Distribution of plowed soils in Ukraine by total porosity size

Porosity, %	Area of plowed soils	
	%	mil.ha
< 42	6,6	2,0
42-47	17,1	5,1
47-51	13,5	4,0
51-57	28,3	8,5
> 57	29,6	8,9
no data	4,9	1,5



Soil areas with different fraction content <0.25 mm by structural analysis

Fraction content, %	Soil area	
	%	mil.ha
<5	1,7	0,5
5-10	33,7	10,1
10-15	8,1	11,4
15-20	7,0	2,1
>20	8,8	2,6
Structureless soil	9,95	3,0
No data	0,8	0,2



Areas with different soil overcompaction risk

Risk of overcompaction under tillage	Soil area	
	%	mil.ha
Absent	2,9	0,9
Weakly expressed	12,2	3,8
Medium	9,3	2,8
Strongly expressed	57,3	17,2
No data	15,5	4,7
No data	2,7	0,8

Fig. 2. Distribution and area of plowed soil of Ukraine with a risk of manifestations of lumps, splitting and overcompaction

Data of tables show that the country's arable soils need soil conservation measures. In recent years, unfortunately, due to the weakening attention to soil fertility it has led to the fact that by constantly balance deficit of nutrition elements recently highly fertile chernozems have become soils with average

fertility. Unfortunately, many new negative trends in the soils remain out of sight of authorities, and land users as well.

In Ukraine in recent years unbalanced deficiency farming system has dominated. As a result, the soils lost much of humus, the most fertile soils in the world turned into soil with average (according to the Institute of Soil Protection of Agriculture Ministry) level of fertility and continue to deteriorate. Small doses of fertilizer and manure do not provide reproduction of soil fertility. Yields in recent years are largely the result of exceptionally natural fertility depletion, depletion of potential outcome of its parts. To keep continue this approach to fertility is unacceptable because it would lead to the further aggravation of the problem.

Thus, in the structure of the land fund of Ukraine large areas are occupied by poor soil properties (degraded and other marginal soils). According to the calculations of the Institute of Land Management, the area in the composition of arable land exceeds 6.5 mln. ha, or 20% of the area. According to other institutions (NSC ISSAR, NSC "Institute of Agriculture"), the area of degraded and marginal soils is more than 8, and even about 10 mln. ha. Direct annual costs from use of such lands in arable land (ie, the difference between the value of gross domestic product and cost to obtain it) reach in the whole around Ukraine 400 mln. UAH.

In qualitative state of land resources and variety of objects of industries significantly affect hydrometeorological and dangerous exogenous geological processes and phenomena (landslides, rock falls, karst, subsidence of soil abrasion, destruction of the coast reservoirs etc.), which are distributed by more than 50% territory, including karst - 37.6%, displacement - 0.3%. On 17% of area there is development of flooding process.

The main cause of variety of soil degradation in Ukraine is unbalanced and poor agriculture.

Soil Fertility

In recent years yields in Ukraine exceed 60 mln. tonnes per year, representing about 1.5 tons/person. However, according to various estimates, it is not the limit, which could reach 2.0 t/person and higher. The main problems that hinder the obtaining higher yields on soils of Ukraine - a shortage of productive moisture (especially easy productive moisture in the range of the lowest moisture, humidity rupture capillary links, bonds, increasing from the north-western provinces to the east and south and during the growing season crops, moderate (but insufficient to available phosphorus) and negative stock balance of nutrients and degradation processes mainly physical meaning.

S.A. Baliuk and others (2) on the basis of M.I. Polupan`s materials and his coauthors describe soil fertility (Table. 2). Calculations showed that due to the natural fertility in Ukraine we could annually collect 41.7 million tons of grains and legumes, and by the application of fertilizers in optimal standards - more than 60 million tons. With the improvement of the structure of sown areas and specialization of agriculture, increasing crop corn especially on irrigated land, the expansion of the area under legumes as best predecessors under winter wheat, as well as the achievement of breeding in general increase of farming it

is possible to collect 70-75 million tons of grain (or more) per year. Based on gross grain, we can confidently assert that it will ensure sustainable development of Ukraine, of course, subject to the implementation of sustainable agriculture, new agricultural technologies and the suspension of soil degradation.

Table 2. Yields of crops due to natural and effective soil fertility

Zone, subzone	Average yield (above the line) and a range of yields (below the line) of main crop, c/ha													
	winter wheat		barley		peas		maize		maize MBД		sugar beet		sunflower	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Forest-Steppe North	34 30-38***	45 39-60	27 21-32	38 30-42	21 15-25	27 20-32	41 28-47	53 42-63	300 340-460	410 340-460	285 200-370	450 280-540	-	-
Forest-Steppe South	35 31-38	43 38-45	25 23-27	38 36-42	22 18-26	26 22-30	42 35-44	48 40-56	270 250-310	350 320-430	270 210-370	380 330-400	22 19-24	24 20-27
Steppe Northern	32 26-39	39 31-45	23 20-24	36 30-39	21 20-22	21 20-22	41 35-45	45 40-50	235 190-260	275 230-300	258 230-290	320 300-350	22 19-25	25 22-26
Steppe South и Arid	22 18-25	27 21-32	16 13-18	23 19-26	15 13-17	15 13-17	21 11-26	27 16-13	140 90-160	160 110-190	-	-	9 8-11	12 11-14
Average for Ukraine	28	38	21	33	19	24	36	43	225	300	275	400	17	20

* Due to the natural fertility; ** Due to the effective fertility; *** Fluctuation depending on the genetic nature of soil and its particle size distribution.

Priority actions on the soil protection

In Ukraine, currently the following issues are under active consideration:

- Carrying out the second complex soil survey because previous materials of the survey, conducted over 50 years ago, are outdated;
- Monitoring of soil cover on the basis of European experience, agro-chemical certification of national system, which operates in the country since the 60s of the last century, and with the involvement of remote sensing possibility that the country sufficiently investigated;
- Legislative support for soil protection;
- Improving information services through the formation of soil data base with advanced evaluation, mapping and prognostic capabilities;
- Significant change of management in use and protection of soils by creating Service for Soil Protection and Monitoring.

Consequently, we formulate the most challenging issues, without which it is impossible to overcome the negative trends in arable soils: reduce tillage; standardization of mechanical load; minimization technologies of cultivation; new soil protective technologies; designing soil cultivation tools; maintaining a balance of organic matter; improving the structure of crop rotation; mulching the soil surface by plant residues.

The main measure to remedy the situation, it should become the restoration of the state program of rational use and protection of soil and granting it the status of national. The aim is to create conditions for sustainable development of soil and suspension of negative processes occurring in the soils of the country. The program will include a completely new type of sustainable (saving) land use, which will provide a harmonious ratio between natural and anthropogenic load capacity of the soil to restoration and full productive and environmental performance.

The emphasis in the program should be on suspension of soil-degradation processes, including dehumification, erosion phenomena, destructuration, overcompaction, depletion of soil nutrients. In addition, it is necessary to avert environmental risks posed by acidification, salinity, alkalinity, loss of biodiversity, pollution. We should also improve the environment, working and living conditions of the rural population, and generally agrosphere appeal, especially for young people.

Conclusions

Ukrainian soil cover is extremely heterogeneous, though dominated by a variety of chernozems. Among the modern degradation processes the most widely are dehumification, erosion, overcompaction and therefore unbalanced and poor agriculture. The main problems that hinder obtaining high yields - lack of productive moisture among the Forest-Steppe and Steppe, moderate (or insufficient in the case of available phosphorus) stock, ample balance of nutrients.

For the conservation and sustainable use of soil cover in the Ukraine it should be implemented appropriate strategies - programs, laws, monitoring, soil advanced technologies and strict control of their implementation.

References

- [1] Laktionova T.N., Medvedev V.V., Savchenko K.V., Bigun O.N., Sheiko S.M., Nakisko S.G. Database "*Properties of Soils in Ukraine*" (structure and order of use). Ed. 2nd. Kharkov: LIT №1, 2012. 150 p (Ukr.).
- [2] Baliuk S.A., Medvedev V.V. (Editors) *Strategy of sustainable use, restoration and management of soil resources in Ukraine* (ed. Kiev, "Agricultural Science", 2012, 240 p.
- [3] Bulygin S.Yu., Breus N.M., Seminozhenko T.A. *To the method of determining degree of soil erosion on the slopes*. Soil Science, 1998, №6, p. 714-718.
- [4] Grekov V.O., Datsko L.V., Zhilkin V.A., Maystrenko M.I., Datsko M.O. i in. *Guidelines for the protection of soil*. Kiev. 2011, 108 p. (Ukr.).
- [5] Medvedev V.V. *Soil Monitoring of Ukraine. Concept. Results. Tasks*. (2nd revised and expanded edition). Kharkiv: KP "City typography", 2012, 536 p. (Rus.).
- [6] Nadtochiy P.P., Volvach F.V., Hermaschenko V.G. *Ecology and pollution of soil*. Kyiv, "Agricultural Science" 1997.286 pp. (Rus.).
- [7] Pryster B.S. *Problems of predicting the behavior of radionuclides in the soil-plant system*. In the book .: "Adaptation to agroekosfery technogenesis conditions." ANRT. Kazan, p. 85-127. (Rus.).

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WATER RESOURCES AND WAYS OF THEIR RATIONAL USE

Environmental aspects of the state of water resources, ways of their rational and functional use in the context of solving problems of freshwater safety of Ukraine are examined in the article.

Key words: water resources, environmental problems, quality of water, freshwater safety.

Introduction

Water resources are invaluable wealth of every territorial community, region and country on the whole. They are characterized by specific features which distinguish them from other natural resources - soil, minerals, forests, meadows and grassland. All types of supplies of water are characterized by high dynamics and interconnection that are explained by objective processes of water circulation in natural environmental systems. Due to these properties there is possibility of multiple and multifunction use of certain volumes of water resources, that must obligate the world community to use them rationally.

However, considerable part of users (industry, rural and communal economies) take away water from rivers, lakes, storage pools and aquiferous horizons without replenishment. Others do not use water directly but its energy, water surface or reservoirs on the whole (hydroenergetics, water-carriage, fish-farming, poultry farming, hunting). All this causes contamination and harms of water resources.

So, it is necessary to develop the energy consumption saving system. It is first of all reasonable to decrease the upcast of sewage and water pollution, increase the volumes of the repeated use of waste water for industrial necessities.

State of research

The analytical prognoses of the United Nations, NATO, a number of intelligence services in the world prove that oil, gas, earth, water will become principal reasons for collisions in the nearest decades [8].

Undoubtedly, water became the first victim of development of technical progress. There is drinking water deficit for 1,4 milliard of people worldwide, and about 5 million people annually die because of consumption of polluted water. If people continue using water from natural sources without thinking of

its replenishment and purification, the situation will get worse sharply, that will have increasingly tragic consequences [2].

Impartiality of this conclusion can be convincingly illustrated on the example of Ukraine, as after the conclusions of economic commission of UNESCO our country is attributed to the countries with the limited supplies of drinking-water per person. The problem with qualitative drinking-water is actual not only for cities but also for small settlements. Considerable part of Ukrainian villages is constantly supplied with poor quality drinking-water, and its amount grows as a result of local catastrophes, violation of vegetation cover, mining and land-reclamation.

In this aspect the year of 2015 turned out to be particularly sensitive for the western region of Ukraine. Hot summer, deficit of atmospheric precipitations entailed shallowing of rivers, drying out of melioration canals, absence of water in wells in inhabited settlements. It raised concerns among territorial communities and became the subject of discussion of administrative bodies, scientists and wide strata of the population. In many villages people use imported water that is often of low quality.

The problem of quality of drinking-water remains unsolved. Annually approximately 3,5 milliard of m³ of sewage waters polluted with harmful chemicals and pathogenic organisms are dumped into Ukrainian water bodies, which is extremely harmful for human health [10].

Results

In Ukraine, there is false opinion that there is a lot of drinking water in the country. However, the current situation in the country with water today is extremely complicated. In terms of fresh water supplies, our country is considered to be one of the least provided in Europe (fig.1).

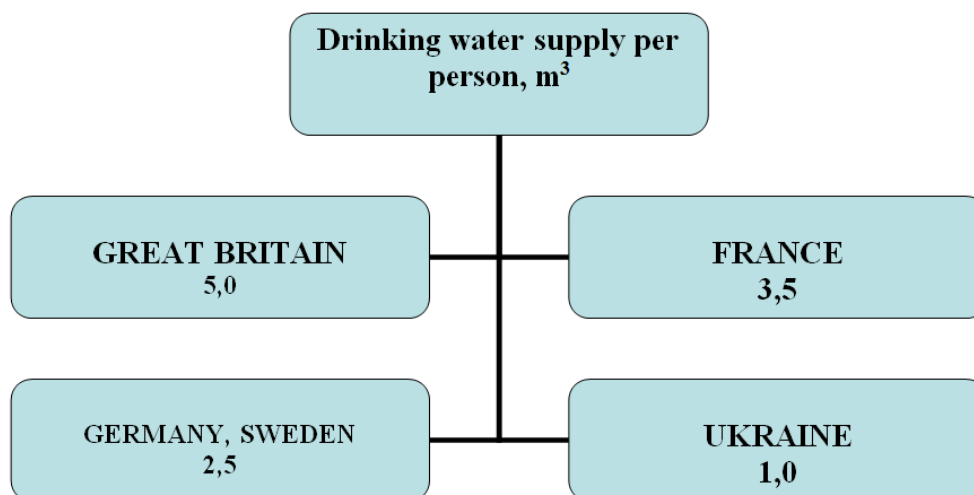


Figure 1. Ukraine in comparison with EU countries in terms of supply of drinking water for population (on the basis of the source 11)

However, some scientists [13] show that supplies of water on territory of the Carpathian macroregion, which includes Zakarpattya, Ivano-Frankivsk, Lviv and Chernivtsi regions is diminished annually. The lack of water, absence of

rational and economical principles of water use require development of radical concrete measure, which are currently absent in this macroregion.

Shallowing of the rivers, lakes and ponds, drying out of small streams and disappearance of water in wells of rural locality is even greater problem of the present time. Moreover, the abnormal heat in the last two years considerably deepened these processes. A drought in the Carpathian region can cause considerable changes in natural ecosystems, fauna and flora, on the whole, and on the other hand the action of anthropogenic factor is obvious here.

Afforestation of territory, which in Ukraine makes only 17,2%, also plays an important role. Unlawful deforestation, in particular of erosion-sensitive territories, besides other things has negative effects on the ability of the soil-covering to detain and absorb water of atmospheric precipitations. Recently in the Ukrainian Carpathians, as a result of pouring rains there have been frequent mudflows, which caused destruction of river beds, flooding of agricultural lands and settlements.

Finally, systematic deforestation affects the climate, environmental and socio-economic characteristics of entire ecosystems, which significantly affects the health and quality of human life. In addition, intensive deforestation on a global scale, increases the so-called phenomenon of the greenhouse effect and leads to climate change in general [1]

Serious damage to the balance of water resources of the country was caused by agricultural melioration, which was massively implemented in the 60-70s of the last century in the republics of the former Soviet Union, which drastically changed local Polissia landscape, winding rivers turned into main channels impoverished fauna and flora characteristic of this area. At the end of the second millennium, in Ukraine there were already 5283 thousand hectares of land with drainage systems representing 12.7% of all agricultural land. [7]. In this situation, due to violation of water balance, in many areas of Polissia disappeared small rivers nourished with groundwater, while rivers fed by underground water increased their water content. In wells of communities water disappears, rivers become shallow, streams, lakes and ponds dry out. Instead, the drained land is now degraded, there is a tendency to desertification.

Nowadays more and more advanced countries implement new technologies in mining but it does not help the nature to preserve natural resources, including drinking water and its quality. Water bearing horizons are often violated and empty space after mining is filled with water, and as a result the surface tension of the earth is changed leading to landslides and gradual changes in the landscape of the area. In addition, in such areas soils are contaminated, man-made landscapes are formed, ground, underground and surface waters are polluted.

Water balance also varies due to peat extraction on meadows and wet pastures, which have long been used by our ancestors to heat their homes, and with the advent of Soviet power, peat was increasingly used as organic fertilizer causing considerable damage to the environment. After extraction of peat artificial ponds were formed on such lands. [9]

In this context, we need to adopt already gained experience of Western Europe, including the Netherlands, where mud drainage was deemed unprofitable, and many of them are returning to the previous state. Restoring wetlands can

be an important page in the life of Ukraine - such activities can be financially supported at the international level as the activities of global opposition to the greenhouse effect and global climate change. However, this and other environmental issues should be regulated at the legislative level.

In recent decades, individuals started to create various by size artificial reservoirs that can be seen along roadsides, in the plains and mountain areas within homestead farms and so on. It is difficult for an average person to understand how they are filled with water. The question is whether relevant authorities control these processes? It is often necessary to fill these water bodies with water by changing river flow or ditch directions, or fill them with subsoil or Artesian waters. Environmental scientists are really concerned about it.

Quite large amounts of fresh water are lost when an area is used for construction, and also because of leaks from water supply and sewage systems, which in many populated areas of the country have reached their limit of exploitation and require replacement.

Of course, the main reason for decline in level of groundwater is exploitation of aquifers that for many settlements are the main source of water supply. Various other closely related factors such as pollution of soil, air, discharges into water bodies of domestic and industrial waste, landscape structure change and anthropogenic overload on a territory have impact on the ecological state of surface and groundwater. Below in Fig. 2 are presented the main types of pollution of the aquatic environment.

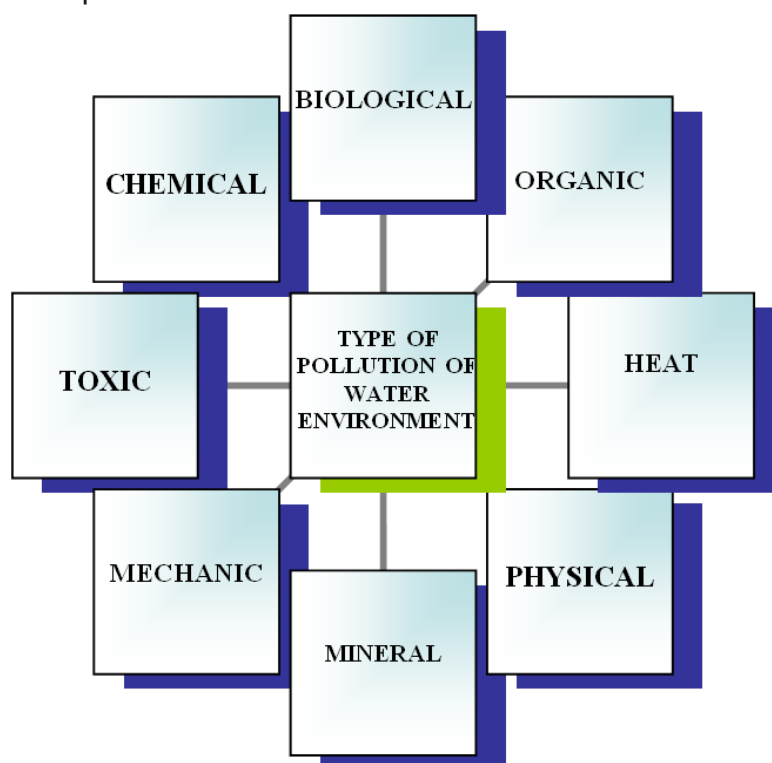


Figure 2. Types of contamination of water environment.

Their detailed characteristics were presented in previous publications [2,3, 4,6].

Contamination of water sources leads to a reduction of biodiversity, loss of productivity of the field and natural phytocoenoses, when cattle drink contami-

nated water, the productivity of livestock decreases by 40-70%, fishery is adversely affected - fish quality deteriorates, flora and fauna of water bodies are ruined. [12].

The population that uses water from wells and other public sources should be warned that the water in them can be more contaminated than water from centralized water supply, due to penetration into aquifers of toxic substances from landfills, storage of pesticides, livestock farms and chemical plants, and because of contamination with household and industrial waste etc.

In view of the above, state and local authorities must fundamentally change approaches and methods of water management at all levels of management. In this case, the authorities need to apply comprehensive approach to solving this problem by introducing appropriate legal and regulatory principles of market-oriented socio-economic relations in society.

First of all, it is important to limit deforestation, stop cultivation on reclaimed lands, ensure rational use of natural resources, and streamline the use of already functioning artificial reservoirs.

At the same time, to ensure sustainable use and protection of water at state level it is necessary to make the following steps: to develop integrated monitoring programs of protection and use of sources of water supply and drinking water quality in the regions of Ukraine, to introduce dry and water-saving technologies, new modern means of treatment and disinfection of water for technologies used in water supply and strengthening of administrative support for the efforts of entrepreneurs to create domestic water purification equipment following the example of the leading-developed countries.

At the local level, priority should be given to introducing measures to improve the existing and design new modern cleaning systems within each local community, make inventory of "decentralized sources of drinking water supply" and ensure their protection. It is important for each village, town or city self-government body to develop a program "Clean water means a healthy nation", "Water of native land is holy water, native land is the gold", "Water, a gift from God," "A well is the face of a host" etc.

Moreover, at the state level it is important to begin certification of sources of water supply. Each local community should have such passports. According to scientists of the National Academy of Sciences of Ukraine [5], this passport should include both general information about the water body and its quantitative and qualitative characteristics. The final part of the passport must include info about the person who performed environmental examination, the date of validity of the passport. Particular attention should be paid to the level of contamination of water and sediments, pollution sources (origin, level of risk, sustainability), objectives of future use.

Recognizing the priority of sustainable use of water, it is vital to initiate market mechanisms of its use, justify in economic terms and implement effective incentive mechanism for different categories of users of water resources. The environmental cost of water consumption and pollution should be understandable to all segments of the population, entrepreneurs and agricultural enterprises. In this context, it is necessary to conduct active awareness-raising campaign involving media, educational institutions and environmental non-go-

vernmental organizations because the attitude towards natural resources determines the level of culture and development of a nation.

References

- [1] Bomba M.Ya. *Transformation ekologogichni and economic processes in connection with the changes of climate* / M.Ya. Bomba, M.I. Bomba, L.M. Tomanevich // *Silskiy gospodar.* - 2009. - № 9-10. - P.26-29.
- [2] Bomba M.Ya. *Ecological state of water resources and ways of decision of freshwater safety* / M.Ya. Bomba // *Visnik LDUVS*, 2012. - № 2. - P.12-20.
- [3] Bomba M.Ya. *Anthropogenic dangers of contamination of water-supply sources and their influence on a health of population* // M.Ya. Bomba, U.B. Lototska-Dudik, L.Ya. Ivashkiv // *Pershiy mizhn. forum «Integrovane upravlinnya vodnimi resursami: doslidzhennya, Innovatsiyi, osvita.* 27 listopada 2013r. – K.: KNTEU, 2013. – P.245-254.
- [4] Bomba M.Ya. *Water resources of Zhovkva district: state and prospects of the use* / M.Ya. Bomba // *Visnik LIET.* - Seriya: Ekonomichni nauki. - Lviv: LIET, 2014. - № 9.- P.276-283.
- [5] Goncharuk V. *National ecological safety and ecological passport system of water objects* / V. Goncharuk , G. Bilyavskiy , M. Kovalov, G. Rubtsov // *Visnik natsionalnoyi akademiyi nauk Ukrayini*, 2009. - № 5. – P.22-29.
- [6] Goryana L. G. *Once again about a everyday health hazard* / L.G. Goryana, O.F. Kalugina // *Bezpeka zhittediyalnosti.* - 2007. - № 10. – P. 34 – 35.
- [7] Dmiterko D.G. *Problems of the ecological state of irrigating and dried lands of Ukraine* / D.G. Dmiterko // *Ekonomika APK.* -2011.-№ 9.- P.24-28.
- [8] Mostova Yu. *«Dzerkalo tizhnya. UkraYina»* / Yu. Mostova, 01-08 chervnya 2012.- № 20.
- [9] *Ternopil encyclopaedic dictionary* / peredmovi Gennadiya Yavorskogo. - Ternopil: TPVK «Zbruch», 2004. –T.1; A-Y. – 696 p.
- [10] Timochko T. V. *A role of civil society in forming of the balanced development of Ukraine* / T.V. Timochko // *Ekologichniy visnik.* – 2007. -№ 9-10. – P. 7-9.
- [11] Timochko T. *Ukrainian supplies of fresh water whether no the poorest in Europe* jkg-portal.com.ua/.../ukransk-zapasi-prsno-vodi.
- [12] Horuzhiy P. D. *Ways of the balanced water consumption and water recreation in Ukrain* / P. D. Horuzhiy, T. P. Homutetska, A. L. Kotelchuk // *Ekologichniy visnik.* – 2007. - № 11-12. – P.7-8.
- [13] Schurik M.V. *Water resource potential of Carpathians macroregion: state and major pre-conditions of improvement* / M.V. Schurik // *Ekonomika APK.* -2011.- № 4.-P.13-18.

M.Ya. Bomba, Ph.D, DSci, Professor

U.B. Lototska-Dudyk, Ph.D , assosiate Professor

Lviv Institute of Economy and Tourism,

Ukraine Lviv, Mentsynsky Street, 8, 79007

WAYS OF REDUCING CARBON EMISSIONS IN AGRICULTURE OF UKRAINE

Introduction

One of the most important global environmental problems today is the carbon emissions that are an integral part of many vitally important industrial processes. According to researches of scientists of Bristol University in the UK, in 2016 emissions of carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere were a record for 66 million years. The rate of warming of the Earth has exceeded the historical record registered by the researchers on the example of remains of dinosaurs that lived 56 million years ago. The researchers claim that the rapid heating of the atmosphere due to CO₂ pawprinting could lead to the extinction of many species of animals and plants. They believe that if the intensity of CO₂ emissions does not reduce, by 2100 the Earth will have heated up by 3-4 degrees more. Therefore, the questions of reducing carbon emissions in the world, including Ukraine, are extremely important.

Study of a problem

Climatic changes and the role and place of Ukraine in the fight against them are shown in the works of many domestic and foreign scientists. In particular, at present the important role is played by studies of such scholars as Bondarenko D. [1], Voronchuk M., Piriashvili B. [2], Vrolyk K., Breck D. [3], Grubb M. [4], Danylyshyn B. [5], Diukanov V. [7], Dunaev V. [6], Yermeev V., Yefimov V. [8], Kosevtsov V., Stepanenko S. [9], Hvesyk M. [10] and others.

Methods

Theoretical and methodological basis of research are the dialectical method of knowledge and the systematic approach in the study of scientific works of domestic and foreign scholars on reducing carbon emissions, particularly in agriculture, as well as legal and other legislative acts of the studied issues. In addition, the article contains data of practical research on the effectiveness of a growth regulator to reduce carbon emissions.

Results

Almost 45% of CO₂ emissions in the world belong to industrial activities, mainly related to large industries aimed at processing of raw materials, such as chemical, petrochemical, steel, cement, pulp and paper and aluminum industry. In Ukraine, according to the State Statistics Service, the main industry engaged in emissions of carbon dioxide is the processing industry (39.3%), including 27.7% for metallurgy and enterprises engaged in supply of electricity, gas, steam and conditioned air – 54.7%. Moreover, there is a tendency for increasing the amount of carbon emissions, except 2014-2015, when the data from the temporarily occupied territories is not taken into account. Thus, in 2005, CO₂ emissions in Ukraine amounted to 152.0 million tons, in 2010 – 198.2 million tons, in 2013 – 230.7 million tons that is an extremely negative indicator. As for the location, the largest region-pollutants are certainly industrial centers of Ukraine as Donetsk, Dnipropetrovsk, Luhansk, Zaporizhia and Kharkiv regions. In 2013 Ukraine was the 21st among the largest emitters of CO₂ emissions during combustion of energy resources; in 1990 it was the 6th. At the same time, in 2013, Ukraine took the 5 position by GDP carbon content (only Zimbabwe, Curacao, Turkmenistan and Mongolia had worse indicators). By CO₂ emissions per capita in 2013 Ukraine was the 50th in the world, while in 1990 it was the 14th. In 2013 CO₂ emissions were about 43% comparing with 1990. International obligations of Ukraine predict that CO₂ emissions in 2020 will not exceed 76% of the level of 1990 and by 2030 – 60% comparing with 1990.

The main sources of emissions in the economy of Ukraine are:

- Energy sector: energy industries, processing industries, transport and fugitive emissions;
- Sector of industrial processes: production of metals, chemicals, mining;
- Agricultural sector: agricultural soils, intestinal fermentation, use of animal waste.

More than 10% of greenhouse gas emissions account for agriculture that is produced by human activities. Reckless expansion of agricultural lands, associated with the loss of biodiversity, is the key factor in the growth of greenhouse gas emissions caused by farming and generated by changes in land use. The process of production of mineral fertilizers is also accompanied by the emission of greenhouse gases. However, their use reduces the need for expanding agricultural lands. Another environmental problem arising from agriculture is inefficient use of fertilizers: lack of water flows, causing nutrient overloading, can seriously affect marine ecosystems, as well as reducing the quality of groundwater. According to estimates of global greenhouse gas emissions, carbon emissions are increasing every year. In addition, it accounts for 10-12% of total global anthropogenic greenhouse gas emissions for agriculture, and about 47% and 58% of total anthropogenic emissions of CH₄ and N₂O, respectively.

Agriculture is one of the main branches of material production in terms of production and employment of labor forces. In Ukraine, the agricultural sector plays an important role in the economy. The share of agriculture (including hunting and forestry) in total gross value added of all economic sectors in 2014 amounted to 10.7% (in 2010 it was 8.7%). Therefore, solving the problem of

reducing the greenhouse gas emissions from agricultural activities is essential [11].

This situation requires finding ways to reduce carbon emissions. The main problem of the economy is its low energy efficiency due to the presence of energy-intensive industrial and agricultural production and energy-consuming housing and municipal sector.

For solving urgent environmental issues new approaches are necessary not only at the technological but also economic and legal levels.

The adoption of UN Framework Convention in 1992 by the Conference in Rio de Janeiro was the first step of mankind on the way to overcome global climate changes. The aim of the Convention was determined to reduce CO₂ concentration in the atmosphere of the planet till 2000 to the level of 1990. It was expected that such a move could prevent further negative climate changes, ensure food security in the world and promote the sustainable economic development of mankind (Art. 2 of the Convention). Obviously, the declared goal could not be achieved. Therefore, it is clear that economic growth rates and rapid increase in population require radical changes in the practice of energy use, wider use of environmentally friendly energy sources and structural transformations in many sectors of the economy [12].

In general, in agriculture there are three main ways to adapt to more stringent rules regarding climate change and reducing CO₂ emissions:

- 1) Improving the going concerns, that is, closing the least efficient ones, upgrading and improving their technical condition, as well as application of modern innovative technologies;
- 2) Application of technologies of carbon capture and storage;
- 3) Using of energy alternatives.

Let us consider in more detail ways to reduce CO₂ emissions by the example of Ukraine.

Improving the going concerns, upgrading and improving their technical condition and application of modern innovative technologies. Agriculture plays a significant role in global climate change. The intensification of agriculture and introduction of innovative technologies contribute to greenhouse gas emissions. Therefore, this problem for Ukraine is one of the most urgent and needs to be solved.

Based on the studies ETI Biotekhnika NAAS provides the basic principles of reducing greenhouse gas emissions from agricultural sources through the improvement and remodeling of enterprises and application of new technologies:

1. Regarding land degradation it is access control, as well as elimination of restrictions on the displacing of collective pastures. Using methods of soil conservation, along with controlled disposal of livestock from environmentally fragile lands; payment schemes of environmental services within the land use based on livestock production which will reduce and reverse the process of land degradation.
2. Regarding the atmosphere and climate it is increasing the efficiency of livestock and crop production based on fodder production for livestock. Improving the animal ration will reduce internal gastric fermentation and further emissions of methane, as well as development of initiatives in the field of biogas, directed for manure processing.

3. Concerning water resources, it is improving the efficiency of irrigation systems. Introduction of the system of full payment of consumed water and taxation directed against the concentration of large livestock enterprises near cities [13].

For reduction of greenhouse gas emissions in agriculture Ukraine must implement the following measures:

1. Adjustment of sowing time and selecting crop varieties;
2. Displacement of areas of crop growing;
3. Improvement of land management;
4. More advanced management of arable lands and pastures for increased storage of carbon in soils;
5. Distribution of cultivation of energy crops used to replace fossil fuels;
6. Restoration of cultivated peatlands and degraded soils;
7. Improving systems for collecting, storing manure to reduce emissions of CH_4 and NO_x ;
8. Optimization of feeding farm animals;
9. Renovation of premises for farm animals;
10. Improving methods of application of nitrogen fertilizers to reduce N_2O emissions.

Application of technologies of carbon capture and storage

Department of Biology at Uman National University of Horticulture, funded by ISTC "Agrobiotech" NAS and MES of Ukraine, carried out studies on the effectiveness of Regoplant growth regulator on cereal crops. This growth regulator has powerful bioprotective properties, improves the quality of grown products, increases the yield by an average of 15% and awarded the "Organic" certificate. The basis of these studies is the theory of CO_2 decrease from the atmosphere under sunlight through its absorption by plant biomass and via photosynthetic activity of plants. Approximately half of CO_2 , which is absorbed by plants, is consumed by them for respiration and returns to the atmosphere. The second part is involved to create biomass throughout the year. The average ultimate composition of dry plant matter of cereal crops is characterized by the following data in %: carbon – 45; oxygen – 42; hydrogen – 6.5; nitrogen – 1.5 and ash – 5. It should be noted that cereal crops occupy about 60% of the total cultivated area of Ukraine that is about 16 million hectares. In the experiments the yield and area of cereal crops over the last 5 years, straw yield, nutrient residues and roots of cereal crops in the ratio of 1: 1 to principal products were evaluated. The calculation of carbon content in the mass of by-products followed by CO_2 review calculation was carried out by means of 3.7 coefficient. It corresponds to the ratio of carbon content in carbon dioxide 12/44.

Research results show that the application of Regoplant growth regulator increases the yield of cereal crops on average by 19.9% or 3.53 tons per hectare. It proves that the CO_2 accumulation by plants increases by almost 20%. Least of all the increase in productivity is shown by spring barley (9.9%) and most of all it is shown by winter wheat (30.6%). As for all other cereal crops, the figure is on average from 10 to 13.5% (Table 1).

Table. 1. Volume of CO₂ accumulation by cereal crops with and without application of Regoplant bioregulator, t/ ha

Crop	The average yield in 2010-2014, c/ ha	CO ₂ recycling by crops, t/ ha		The difference of absorption, t/ ha	%
		With bioregulator	Without bioregulator		
Winter wheat	31.7	23.63	18.09	5.54	30.6
Spring wheat	25.7	14.92	13.55	1.37	10.1
Winter rye	21.0	14.86	13.21	1.65	12.5
Winter barley	25.8	13.93	12.63	1.30	10.3
Spring barley	23.5	13.48	12.26	1.22	9.9
Oat	18.6	12.35	10.86	1.49	13.7
Millet	14.3	10.45	9.38	1.07	11.4
Corn	51.5	30.84	27.31	3.53	12.9
Rice	55.9	20.50	18.11	2.39	13.2
Buckwheat	8.4	7.47	6.75	0.72	10.7
On average	-	21.27	17.74	3.53	19.9

In terms of the equivalent amount of the area of harvested cereal crops in Ukraine in 2010-2014 the difference of CO₂ uptakes from the atmosphere by these crops is 51.91 million tons (Table 2).

Table. 2. Volume of CO₂ accumulation by cereal crops with and without application of Regoplant bioregulator on the whole area in Ukraine, million tons

Crop	The average area for yielding in 2010-2014, mln ha	CO ₂ accumulation by crops, mln t		The difference of absorption, mln t
		With bioregulator	Without bioregulator	
Winter wheat	6.19	146.26	112.0	34.29
Spring wheat	0.29	4.27	3.9	0.39
Winter rye	0.35	5.27	4.7	0.58
Winter barley	1.09	15.19	13.8	1.42
Spring barley	3.00	40.45	36.8	3.66
Oat	0.35	4.33	3.8	0.52
Millet	0.13	1.33	1.2	0.14
Corn	3.02	93.09	82.4	10.66
Rice	0.03	0.53	0.5	0.06
Buckwheat	0.26	1.93	1.7	0.19
On average	14.70	312.65	260.74	51.91

Along with it, the application of Regoplant growth regulator increases the yield of grain, as well as additional plant mass. The calculations show that this growth bioregulator will enable to accumulate CO₂ by straw and nutrient root remains on average by 2.15 tons per hectare more in the soil. It is 31.58 million tons of this gas in the whole area of harvested cereal crops. This indicates that the CO₂ accumulation without applying growth regulator of secondary and underground plant mass is 13.07 t/ ha and after using the regulator it is 15.22 t/ ha. In terms of the equivalent amount of the area of harvested cereal crops it is 223.75 and 192.17 million tons of CO₂, respectively.

It should be noted that the organic matter through humification and mineralization is transformed into humus and organic carbon is transformed into stable compounds – humus.

Our studies indicate that the application of Regoplant growth regulator will allow Ukraine to reduce emissions of greenhouse gases amounting to 83.49 million tons under the Kyoto Protocol.

Development of energy alternatives

However, difficult economic conditions in Ukraine, actual military operations on its territory do not allow using financial resources to implement air protection measures. Thus, for 2014 activities in the amount of 3.6974 billion UAH have been financed, namely the improvement of technological processes (6.5% of the total), new gas-cleaning installations and facilities – 52.5% and 13% on improving the efficiency of existing process units. Therefore, in Ukraine the issue of alternative energy is urgent.

Alternative energy is a choice that has a global perspective to the future development of the civilization. For Ukraine, concerning renewable energy, biomass plays a significant role. In the structure of world energy consumption (2012) renewable energy sources make up more than 18%, of which 14% is biomass. In the EU, the situation is almost similar – the share of renewable sources in gross final energy consumption is 15% (2013), including biomass (about 9%) or 62% of all types of alternative sources. In some EU countries, the biomass share of all renewable energy sources ranges from 30-40% (Luxembourg, Cyprus and Ireland) to 80-95% (Estonia, Latvia, Lithuania, Hungary, Poland and Finland).

As for Ukraine, according to the energy balance of Ukraine for 2013, the share of renewable energy sources in gross final energy consumption is 3.62%, including biomass (2.28%), representing 63% of all renewable energy sources or 1.61 mln tons. However, compared to 2012 there is noticeable growth of biomass contribution to the total primary energy supply (by 23%), from 1.52 to 1.88 million t/ year.

According to the research of USAID Project “Municipal energy reform in Ukraine”, Ukraine possesses a substantial potential biomass available for energy production – more than 30 million tons/ year, estimated to 2014 (Table 3).

Table.3. The energy potential of biomass in Ukraine in 2014

Type of biomass	Theoretical potential, million tons	The proportion available for energy, %	Economic potential, mln
Straw of cereal crops	33.5	30	4.98
Straw of rapeseed	4.0	40	0.78
Production waste of corn for grain	37.0	40	4.04
Production waste of sunflower	19.1	40	1.57
Secondary waste (husk, bagasse)	8.8	80	1.20
Wood biomass (wood, wood waste)	6.0	97	2.07
Wood biomass (dead wood)	10.6	57	2.46
Biodiesel (rapeseed)	-	-	0.35
Bioethanol (corn, sugar beet)	-	-	0.97
Biogas from waste and by-products of AIC	1.6 billion m ³ CH ₄	50	0.97
Biogas from landfills	0.6 billion m ³ CH ₄	34	0.26
Biogas from wastewater	1.0 billion m ³ CH ₄	23	0.27
Energy crops:			

- Willow, poplar	11.5	90	6.28
- Corn	3.3 billion m ³ CH ₄	90	3.68
Peat	-		0.40
Total	-		30.28

The main components of the potential are the primary agricultural wastes (straw, waste production of corn and sunflower) and energy crops, whose cultivation is actively developing on an industrial scale in the country in recent years. In general, the economic potential of agricultural waste is 11.6 million tons/ year and the potential of energy crops is 7 million tons/ year. Currently, Ukraine uses only about 10% of the general biomass potential (3 million tons/ year) on energy demand. This is mainly wood biomass in the form of firewood, wood chips, pellets/ briquettes (a total of 87.2% of the annual biomass) and sunflower husks (6.6%). Vegetable waste is the least used (52 thousand tons of straw per year) which is less than 1% of the economic potential of straw in Ukraine.

The National Action Plan on Renewable Energy till 2020 has found the overall purpose of the development of this sector in Ukraine by 2020. It means that the contribution of renewable energy sources in gross final energy consumption should reach 11% in 2020 in accordance with Ukraine's commitments as a member of the Energy Community, and biomass is an important component of renewable sources.

Conclusions

Thus, summarizing the above, there are the following conclusions:

1. Today, the problem of carbon emissions has become global and requires immediate solution.
2. In Ukraine there is a tendency of increasing the amount of emissions which amounted to 230.7 million tons in 2013. It is an extremely negative indicator.
3. More than 10% of greenhouse gas emissions account for agriculture that is produced by human activities.
4. There are three main ways to adapt to more stringent rules regarding climate change and reducing CO₂ emissions: improving the going concerns, that is, closing the least efficient ones, upgrading and improving their technical condition, as well as application of modern innovative technologies; application of technologies of carbon capture and storage and using of energy alternatives.

References

- [1] Bondarenko, D. 2007. Ukraine is getting ready to take "green money". *Status. Economic information*, 9 (16): 3.
- [2] Voronchuk, M., Grigoriev, O., Piriviashvili, B. 2000. *Environmental problems of fuel and energy complex of Ukraine*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Electrodynamics.
- [3] Vrolyk, K., Grubb, M., Breck, D. 2001. *The Kyoto Protocol. Analysis and interpretation*. Moscow: Science.

- [4] Grubb, M. 2003. *Strategic analysis of the Marrakech-Kyoto system*. London: WWF, World Council of Churches.
- [5] Danylyshyn, B. 2009. Ukraine is interested in the use of Japanese technologies in the field of energy saving. *Information Bulletin 2000*, 2: 7.
- [6] Dunaev, V., Diukanov, V. 2000. Super business of the XXI century: air trade, climate change and international process. *Mirror of the week*, 36 (309): 4-16.
- [7] Diukanov, V.G., Diukanova, O.V. 2006. *Mechanisms of the Kyoto Protocol: experience and prospects for Ukraine*. Kyiv: Phoenix.
- [8] Yermeev, V., Yefimov, V. 2003. Regional aspects of global climate change. *Herald NAS of Ukraine*, 2: 10-17.
- [9] Stepanenko, S. 2007. There is left quite a bit up to the point. *Mirror of the week*, 19 (648): 4.
- [10] Hvesyk, M., Golian, V. 2007. *The institutional model of the environmental management in terms of global challenges*. Kyiv: Condor.
- [11] *State Statistics Service Statistics*. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- [12] Ilina, M.V., Zharova, L.V. 2009. Future development of the carbon market and control of greenhouse gas emissions in the post-Kyoto period. *Scientific Journal NLTU of Ukraine*, 19 (14): 139-149.
- [13] Romanovskaya, A.A. 2008. *Fundamentals of monitoring of anthropogenic emissions and removals of greenhouse gases (CO₂, N₂O and CH₄) in animal breeding, in agricultural land use and land use change in Russia*. Moscow.

ECOLOGICAL CULTURE AS THE BASE OF THE SOCIETY HARMONIZATION IN THE SCIENTIFIC PROGRESS ERA

The problem formulation

Unfortunately, a human by improving his own living conditions, creates negative consequences for his living, creates new human-made problems through intensive use of natural resources, produce harmful and even dangerous waste for the environment and society.

Ensuring coherence in interaction human society with such life "improvements" requires appropriate ecological knowledge, new philosophy, which should be based on a thorough understanding and implementation of sustainable human elaborations towards harmonizing relations with nature.

Scientific and technological progress entered our everyday life by improving living conditions (european renovation), increasing the range of clothes and shoes that are not comply with sanitary and hygienic requirements. Large arsenal of household chemicals allegedly intended to improve the working conditions of housewives but its impact on human health is significant and negative.

Food additives, colorings, flavor improvers used in the production of various kinds of sausages and other products, not mention various drinks, perfumes, detergents etc.

Alcoholic drinks and cigarettes became "authoritative" attributes in communication not only among young people.

The ability to efficiently use the results of scientific and technological progress, both at home and directly in the public places requires respective human culture - the ability to use certain items, materials, devices, products within reason, and from some to give up altogether.

Ecological culture is a part of Cultural Science, which in turn is the basis of society spiritual culture.

Recent researches and publications analysis

Ecology as a new philosophy in the relationship between human and nature combines several scientific fields of different relation to nature. This situation is extremely dangerous because primarily concerned with intensive exploiting of natural mineral resources, leading to serious economic losses and social problems [1]. Unfortunately, among total number of ecologists of highest qualifi-

cation is still no unity in solving specific problems. This is understandable, because the changes taking place in society in relation to nature took destructive features and continue the same. Ecologists' task reduces to predict these features and to prevent their emergence [2].

Biosphere synergistic systems are complex and characterized by a fundamental openness and processes irreversibility [8]. In this connection, human interaction with them takes place so that the human action is not something external but includes in the system, each time altering the field of their possible states.

After all, if a person is included in the biosphere as a whole system that self-developing, its activities can respond resonance not only immediate, but also in remote parts of the system and in certain situations call biosphere catastrophic restructuring. Human violent alteration of synergistic processing system, in which he is included, can cause undesirable consequences for the individual. In this case limitations of human activity are inevitable, and they have to be aimed on the selection of only those scripts of world changing, which provided a survival strategies [7].

Engineering human activity is increasingly dealing with not just a technical device or machine that enhance human capabilities, and even not with the system "human - machine", but with the system complex, in which components of a whole are agreed. The technological process associated with the human-machine systems operation, local natural ecosystem (biogeocenosis), in which this process should be implemented and socio-cultural environment that adopts the new technology. The whole complex in its dynamics is presented as a special item that is open in relation to environment and that has the characteristics of self-regulation. It is implemented in an environment which, in turn, acts not as a neutral field of the new technological systems functioning, but as a kind of holistic living organism [2].

Environmental activity is one of the main components of any sphere of human activity: agriculture, manufacturing, transport, military and others. All these activities are reduced to natural or human resources usage and in this way the interference into the biosphere processes take place. In this regard, the object of ecology as the science about the environment, especially now includes research of new relationships between living and non-living components of ecosystems that occur under the influence of natural and anthropogenic factors and significantly affect the functioning of ecosystems and biosphere [3, 6].

At present there are about 100 lines of environmental studies which appropriate to combine by the principles of sectoral focus, given the backward and forward linkages.

It is known that among sections of modern ecology find their place basic principles of general ecology.

After a clear separation of Applied Ecology from the Total one we can focus on solving specific problems.

It should be noted that Bioecology is the theoretical basis of the Total Ecology with all its modern problems. There are three main blocks of Applied Ecology [5]:

- Geoecology, which involves the study of relations between organisms and the environment of different geographical areas;

- Technical Ecology, which highlights the relationship of human with such objects as energy, industry, agriculture, transport, space, military activities etc. To this unit falls great responsibility for the regulation of environmental management and hardware of environment protection. This study solves the problem of waste management and damaged ecosystems recovery;
- Social Ecology defines the role of human in the environment mostly not as a biological species, but as a social being, it determines ways of optimization of the relationship between human and nature, and that is very important, creates environmental awareness and culture, determines the laws of ecological wildlife management, carry out social and environmental monitoring, lays the foundations for further development of environmental policy.

These blocks of environmental sciences are special, they inherent specific approaches to environmental monitoring and have its own scale of researches with their methods, but in common they define the type of pollution, establish the maximum allowable amount of hazardous substances in individual objects and also in air, water, soil, provide the degree of their threat to humanity and how, if necessary, to overcome the identified hazards [4].

Especially important is the knowledge of natural processes and their rational use in human life, as little as possible to create "uncomfortable" nature.

In this connection, the aim of our research was to determine the relationship of human with nature in an era of intensive development of scientific and technological progress as the new philosophy.

Main material presenting

It is known to all that everyone must promptly learn to respect the nature and with greater understanding attitude to the achievements of civilization that have become necessary attributes of everyday life (food additives, household chemicals, mobile phones, microwave ovens etc.) and be able to prevent bad habits in otherwise breach in these relationships lead to the destruction of the humanity

Human must be able to know and comprehend the peculiarities of passing both natural processes and those that occur with the use of the benefits of civilization, to answer the question - how life improvers' impact on human's health, and on whole nature? Can nature take in its bosom such products and to include them into the cycle of matter?

It is necessary to comprehend the world in which we live and it is not today's problem. We must constantly improve the relationship between human, society and nature.

It is required ethical attitude to nature and as A. Schwaizer noted very desirable is "reverence for life".

In social philosophy that studies the causes and consequences of the degradation of human habitat is expanding the scope of human freedom by creating a humane attitude both to nature and to people.

The development of environmentally oriented economy implies the harmonious development of the system "society-nature", but it is necessary that eco-

onomically created cost products were environmentally friendly and not dangerous to human.

It is necessary to have full information, objective environmental reality about humanized nature, about human activity between social world and nature and consider consequences of these relationships.

Human's environmentally substantiated relation to natural human existence place, with the creation of wealth associated with the process control natural forces (water, wind, solar), energy production, materials and harmonious attitude to the social conditions of existence, all of this is the basis of environmental culture.

The further course of sustainable development will be based primarily on the principles of ecological culture, which essentially will be different from preceding technological development. It is difficult to specify in detail ways and means of future changes in the direction of the establishment and development of ecological culture.

As you know, imbalance is restoring by nature. Now its renewable opportunities are extremely limited, and therefore we must immediately come to aid to nature. It should say its word science. During the evolution the science was not always the same. During the accumulation of a specific material and its synthesis the cognition of nature's pattern development and the impact of science intensified. Already in the XVII century the range of basic sciences, which provide powerful upsurge of production technology began to develop rapidly [8].

If we analyze how much effort of institutions not only in Ukraine but also in the world focused on how to pull from nature its wealth, and how much - to establish the limits of "permitted" impact on nature, it becomes quite obvious that such a comparison is not to favor of the protection of the environment. This is why more often we hear about social regulation of scientific activity necessity.

Such outstanding scientist as V. Vernadsky protested against the mindless science application. Unfortunately, many of his predictions were failed to appreciate. First of all it concerns nuclear physics, especially the Chernobyl disaster, 30 years anniversary of which we notes this year with great bitterness at heart. The results of horrific «experiments» become dozens of regions with millions of terminally ill people. The environmental consequences of science and technology development are quite difficult because supposedly based on good intentions, but the results often cause damage. Often technical innovations worsen the ecological situation. What scientists' responsibility for all these environmental effects? It should be noted that the feature of scientists is determined, in equal conditions, by understanding of responsibility and scientist civic maturity, his ecological culture and research results.

It is obvious that people's knowledge level reached the status of negative environmental factor that can lead to the death of humanity.

As you know not every scientific study of environmental problems improves the decision-making process within the environmental protection, helping to remove the uncertainty of the consequences of scientific and technical projects and choose the perfect in environmental meaning. Yet reached required accuracy of ecological forecasts is not very high. Scientists' interests are too narrow

and defined by the specifics of a particular science. There is no guarantee that during the scientific research relevant processes and changes will be reached. Moreover, often the factors that did not play a special role in the history of ecosystems existing become critical in conditions when the environment changes significantly under human activity influence.

It is necessary to remember that conducted in limited areas or waters observations that are limited in time intervals, only with great caution can be used to predict the development of the whole ecosystem.

Assessing the environmental effects of projects, their results should not be taken as the only correct. The most dangerous is uncertainty, because such policy can weaken the sustainability of management decisions and cause to possible undesirable consequences.

Analyzing the features of the methodology of scientific environmental expertise of scientific and technical projects N. Reimers, clearly outlined the basic laws and principles that is necessary to keep in mind during the environmental assessment and decision-making. [9] The development of science is in close contact with the social processes taking place in society. The idea that if science develops only under the influence of its internal base, nothing but a myth that is required only for those who want to hide their administrative influence on science. It should be clearly understood that science and technology in the country is a tool which largely depends on human values and needs. In this combination the science is not only reflects world, but also creates it by using the technique.

Focusing on nature conservation has become a major in science. In this regard, science must be a way of environmental safety, it has to solve environmental problems, and to be not only "industrial strength" but have more significant value. It must perform its function of material welfare providing, but not be limited only by this.

It is require to greening the technologies because modern industrial infrastructure of our country, by its nature, is not environmental but extravagance and its finished product over time becomes a waste. As known to science there are developments and implementing ideas how to achieve the least environmentally risky and most cost-effective forms of eco interaction between human and nature. But in this way there are more intractable questions, more inertia in thinking and behavior, rather than deliberate, scientifically proven solutions.

It is known, that intensive utilization of natural resources on fundamentally new basis and creation of artificial equivalents of natural things forms the objective conditions for the autotrophic production and, respectively, autotrophic human existence. It is creating such conditions when industrial, agricultural and recreational functioning of society would not be associated with subsequent breach of natural interactions and relationships. These possible solutions deserve attention as important theoretical and engineering study.

The economic consciousness, in our opinion, has today the dominant value, because human often puts economic levers as a priority, ignoring the environmental consequences. In this connection it is necessary to predict possible adverse effects in solving specific problems.

For example, reasonable from the economic point of view creation of large livestock farms which help to reduce the cost of products has difficult and even awful consequences for the environment.

Let show another fact with inverse problem solution. In the People's Republic of China in order to attract a larger number of employees to work in the countryside, the land distributed to private ownership and processed typically involving manual labor. Thus, there are no large areas of cultivated fields and it reduces the level of settlement of plant pests and diseases. Another positive aspect is the high percentage of employments in the manufacturing industry, so there are no unemployed people. It is important because that can have negative consequences for society, and it became known to one of the authors after visiting this country.

The content of the human being is intelligent independence from the nature through human reason and will. In this process, there is a "second nature", a new branch of the human activity which created in labor and completely transformed in social relations, humanized, socialized nature. Under such conditions, a human becomes an important driving force of many processes that take place around.

In this connection the interests of modern ecology transcend biological limits and turned on extensive industry knowledge. The circle of sciences involved into environmental problems expanded enormously. Along with biology, it's economics and geography, medical and sociological studies, atmospheric physics and mathematics. Thus, ecology claims to be the winner of the Sciences and seeks to assimilate all problems of medical, food and socio-humanitarian profile. Therefore ecology characterizes the interdisciplinary complex and become a holistic discipline. It is exact science in the sense that use concepts and research methods of mathematical, chemical, physical and other sciences. However, it is the humanities, because the structure and function of ecosystems affect a person's behavior, his practical activity.

Human by improving its own environment becomes a regulator and organizer of the natural world.

Thus, scientific progress requires new approaches, a new philosophy in the relations between human and nature. People as social units should review their requests that deal living conditions improvement, because by creating such conditions the relationship with nature violates, and this ultimately contributes to new problems emergence.

References

- [1] Kiselev N. N. *Ecological education of working people* / N. N. Kiselev. – K . : Naukova Dumka, 1988. – 56 p.
- [2] Commoner B. *Closing circle: nature, people, technology* / B. Commoner. – L . : Gidrometeoizdat, 1974. – 276 p.
- [3] Krysachenko V. S. *Ecological Culture: Theory and Practice* / V. S. Krysachenko. – K . : Testament, 1996. – 352 p.
- [4] Sidorenko L. I. *Modern ecology. Scientific, ethical and philosophical perspectives* / L. I. Sidorenko. – K . : P.H. PARAPAN, 2002. – 152 p.

- [5] Tarasenko N. F. *Nature, technology and culture. Philosophical and ideological analysis* / N. F. Tarasenko. – K. : Naukova Dumka, 1985. – 255 p.
- [6] *Ukraine in a globalized world: Proceedings of National Academy of Sciences of Ukraine*. Inst. of World Economy and International Relations. – K.: 2007. – 185 p.
- [7] Yurchenko L. I. *Scientific and technological factors environmental safety* / L. I. Yurchenko // Humanities magazine. 2010, – №4. – P. 105-113
- [8] Udovik S. L. *Globalization: semiotic approaches* / S. L. Udovik. – Moscow: Thought, 2002. – 367 p.
- [9] Reimers N. F. *Environment: theory, laws, rules, principles, hypotheses* / N. F. Reimers. – Moscow : Young Russia, 1994. – 364 p.
- [10] Schweitzer A. *Reverence for life* / A. Schweitzer // Pro Eco, a special issue of the newsletter "Wildlife Conservation". – 1995. – № 11. – vol. 14.

Dubovyy V.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of General Ecology Department,
Zhytomyr National Agroecological University. Zhytomyr

e-mail: vidubovy@gmail.com

Dubovyy O.,

PhD, assistant professor of Environmental Design Department

Kyiv National University of Culture and Arts. Kyiv

e-mail: Aleksey_D@email.ua

ENGINEERING ECOLOGY

Problems of interaction between society and nature are the basis of life and human development. The development of modern civilization has demonstrated extraordinary capabilities of the human mind. For the recent two centuries engineering and technical activity of the mankind has caused a global environmental crisis.

Nowadays the world community reveals a growing interest in environmental protection, sustainable development of countries and regions, protecting the interests of future generations. The man finally realized what dangerous consequences the consumerism activity can cause, in particular the depletion of natural resources, violation of ecological balance, reduction of biodiversity, degradation of landscapes, deterioration of agricultural land fertility, decrease of fresh water, etc.

Climate changes in the recent twenty years demonstrate vividly the results of irresponsible attitude to natural resources of political, industrial and commercial circles of society.

In order to find ways out of the global environmental crisis and subsequent development of society, in 1992 heads of 170 governments gathered in Rio de Janeiro (Brazil) at the United Nations World Conference. It was concluded there that the development of society without awareness of environmental constraints is catastrophic. There was adopted the Programme of Action for the XXI century, which defined the principles and criteria of sustainable development.

The Strategy of Sustainable Development is a priority in all industries, of the national economy and economics as a whole. Its principles and guidelines are aimed at achieving harmony between the growth of economic performance, stability in social issues and environment protection.

Protection of natural resources, support of their sustainability and transition to resource-saving, energy-efficient technologies is a priority on the agenda.

The main criteria of sustainable development launched at the UN conference on the problems of environment and development in 1992 (Rio de Janeiro), were reanalyzed on the World Summit of Sustainable Development in Johannesburg in 2002 (there was elaborated a plan for implementing sustainable development) and fixed at the conference "Rio + 20" in 2012.

The main positions of the threefold concept of sustainable development are based on:

- providing natural and environmental sustainability of the environment (based on the theory of biotic regulation);

- organization of economic development (based on radically modified market system);
- provision of sustainable social development (based on the principles of justice and solidarity);
- greening of public consciousness (based on using the education system and mass media);
- ensuring close international collaboration and cooperation to achieve the goals of sustainable development.

The conception of sustainable development should be based on a symbiosis of engineering and environmental knowledge systems to be based on multidisciplinary systems of knowledge in environmental engineering.

Engineering ecology refers to applied ecology defined as a discipline studying the interaction of industrial and ecological systems, the impact of enterprises and industrial activity on the environment.

Engineering ecology is considered in interaction with natural resources and reproduction of nature, environmental protection, economic environment, social environment and human ecology.

Engineering ecology is a scientific field that studies human intervention in the environment. Its mission is to apply the achievements of science, technology, use of laws and natural resources to solving environmental problems.

A theoretical problem of environmental engineering is technological optimization and correlation of relationships between technological process parameters and nature changes.

Major applications of the engineering ecology are:

- development of effective cleaning technologies;
- developing of waste-free, low-waste and eco-friendly technologies;
- development of waste disposal means;
- integrated use of secondary raw materials (locking cycles), etc.

This is a symbiotic system of knowledge based on the objective laws of interaction between industrial and ecological systems, ecological methods of regulation of engineering activities and their legal support.

The main goal of engineering ecology is to prevent, eliminate or reduce to an acceptable level the negative impact on objects of existing facilities and the potential hazardous technological and manufacturing processes.

Methods of engineering ecology system are based on a combination of engineering and environmental knowledge of laws and rules of operation of technical systems in the environment, interaction of industrial and ecological systems, economical use of natural resources.

They are aimed at preventing the formation of pollutants in production and utilization of any products, creation of ecology clean technologies and provision of environmentally safe operation of industrial and commercial facilities, engineering buildings, communications, etc.

In the practice of engineering activities traditionally accepted are such concepts as engineering researches, engineering design, technical specifications, engineering solutions. Transition to the principles of sustainable development, introduction of models of environmentally friendly and cleaner production require integration of environmental considerations into the engineering design and technical specifications.

Engineering decisions should be based on minimizing their environmental impact. It is very important to use a systematic approach to the methodology of modern engineering activity. It ensures consideration of environmental aspects both at the stage of preparation (calculation, design and production) of engineering solutions and at the stage of their implementation.

A man should not have consumed more than a third of the gross ecosystem (or half of the net) products if he had not been ready to reproduce energy for supporting the biotic self-regulation mechanisms.

With his stormy, consumer and manufacturing activities, a man has greatly exceeded all limits of natural balance, violated the biological mechanism of ecosystem self-regulation.

Modern theoretical principles of environmental engineering are to be based on the symbiotic theory of environmentally balanced sustainable development which has not been completed yet. At the same time there has been recognized that the symbiotic theory of sustainable development should be based on the theory of biotic regulation of the environment, but not on the theory of man-induced or economic regulation.

The theory of biotic regulation provides a balanced coexistence (co-evolution) of society and nature, life support systems, production and ecosystems within their economic capacity (economic capacity of the biosphere).

Technological intervention of a human being into the ecosystem should be limited as much as it violates the mechanism of biotic compensation of ecosystem excitations and can cause the misbalance of organic matter concentration (desertification, loss of soil fertility, etc.) or increase the concentration inorganic substances (salinization, reduction of fertility).

The recovery rate of misbalanced ecosystems is proportional to the size of the deviations from this balance. The proportionality factors are the highest for the unexcited biota. They describe related feedback that is environmental stability.

With increasing excitation (human impact) and biota deviations from its natural state, the relaxation coefficients first decrease, then change their sign when the biota excitation reaches the threshold value. Then the ecosystem loses its balance and consistency, and instead of biotic regulation, there occurs biotic violation.

In order to maintain the mechanism of biotic regulation in its natural state, it is necessary to conform to the basic environmental laws and regulations in interaction of ecosystems and production systems or management systems and life support systems.

Production activity is a process of transformation of natural resources into useful products that provides for human activity and has its customer value, as well as side products (wastes) which violates or destroys ecosystems.

The production process is implemented within the production system that includes the following components: technology, equipment, human resource, buildings, area, etc.

The production system will be ecologically balanced if it is considered as a part of an ecosystem (but not vice versa). It should be developed with taking into account total interrelation of ecosystem laws and economic laws of production development, considering the state environmental interests, ensuring the

internal dynamic balance of technological, economic and ecological and economic factors. Such production system is to function in the legal field of world, national and regional environmental standards.

Each production system (enterprise, industrial or economic complex) should have their real models of interaction with ecosystems whose territory they are located in. These models can be presented in different forms: the ecological passport of an enterprise, a model of a production system with sources of pollution and environmental characteristics, etc. The activities of new production system should be aimed at restoring the balance of an ecosystem and the mechanism of its biotic regulation if this has been violated.

To assess the impact of the production system (enterprise, corporations, industries) on the ecological balance in nature, there can be used the following parameters:

- absolute costs of an ecosystem defined in specific measurement units of the state of flora and fauna biogeocenose;
- compensatory ability of an ecosystem which characterizes its restorability in natural and artificial conditions;
- the risk of violation of natural balance that determines possible non-recoverable losses and local environmental violations;
- the concentration of environmental losses which describes the extent of the impact of the production system on the environment.

A balance criterion of production and environmental systems is the economic capacity of ecosystems.

The economic capacity of ecosystems is the maximum allowable man-human (industrial) impact on the biosphere, whose exceeding makes it excited and eventually can cause irreversible degradation processes.

It is associated with society's production activities and its system environmental restrictions. Going beyond the economic capacity of ecosystems and the biosphere leads to the loss of their sustainability and the consequent restructuring of biota, that is the excess of economic capacity of the biosphere and ecosystems causes energy flow maldistribution, deforms natural regulation, biogeochemical miogen circulation, reduces biodiversity, causes the loss of biota's reproductive ability.

It is important to establish ecologically balanced, systemic relationships and identify the principles of interaction of a production system, an economic system and an ecosystem. This is possible only when knowing the methodology of system analysis and approach. The system paradigm prevails in modern science and practice, and the systematic approach is a necessary condition for effective management, market activity and system management.

A link between a production and an ecological systems is a product system with its life-cycle of production, which starts in the ecological system (extraction of resources, energy supply), developing in the production system (production technology) with associated emissions and discharges of pollutants into the atmosphere, hydrosphere, soils, etc., after what it is consumed by the society and disposed or recycled in the ecosystem as a used product that turned into a society's waste product.

Thus, the production system causes significant damage to the ecological system due to their irrational interaction. To prevent such production and

environmental damages, it is necessary to predict them in the engineering design of the production system and its innovative development.

In the context of sustainable development, the innovation design of production systems is to become in eco-innovation design. That is a project of any product system should provide for safety engineering and environmental solutions and environmental upgrades to achieve ecological purity characteristics, which will in time get more stringent.

The characteristics of product systems sustainability are the pollution preventing technologies, waste minimizing technologies and waste treatment technologies.

The effectiveness of these technologies is achieved through the use of various engineering, biological engineering and biological methods. These are the methods of cleaning gaseous emissions into the atmosphere, cleaning polluted water, recycling and disposal of solid waste, etc.

The perfection of these methods, the engineering staff's ability to effectively use them (environmental management) ensure the environmental cleanliness of production technology and the enterprise as a whole. Environmentally friendly production and the products ensure not only the sustainability of the production system, but its high competitiveness as well.

Modelling of interaction of industrial and ecological systems, followed by the creation of an environmental management system is a prerequisite for greening the production as a factor of society's sustainable development.

Within the system of environmental management there must be involved the engineering and economic methods and instruments ensuring the environmental and production cycle to provide for the "green" profit of the company.

Greening of production is its innovative development with technological upgrading and environmental effect, the process of systemic ecological modernization, creation of technological systems with low resource consumption and engineering solutions to prevent environmental pollution.

The main environmental aspects of innovation development is environmentally friendly technologies that reduce resource consumption of the final product, increase the productivity of natural resources, and ensure prevention of pollution.

Environmentally friendly production is based on using the environmental management strategies and environmental engineering mechanisms, clean technology, environmental engineering techniques aimed at preventing man-induced pollution of the environment and the productivity of natural resources, the efficiency of waste treatment.

Environmentally friendly technologies are aimed at reducing the resource consumption of the final product, increase the productivity of natural resources and promote sustainable use of natural resources. They are low-waste or non-waste pollution preventing technologies processing and obtaining a finished product.

Environmentally friendly technologies are complex integrated systems providing for the availability of special scientific and technical information, procedures, goods, services and equipment, and techniques of related organizational and administrative activities (logistics).

For production processes, ecological purity of production means saving energy and raw materials, prohibition of toxic raw materials, reduction of technological sources of environment pollution, reduction of waste and their toxicity.

For products, the strategy of pollution prevention means reducing the environmental impact of products on the environment throughout the life cycle – from its manufacture to disposal after using. Therefore, the engineering principles of production system greening include the following provisions:

- increasing of natural capital productivity with further reduction of product environmental capacity;
- implementation of energy efficiency and energy saving production based on the recommendations of the energy audit;
- implementation of effective reduction processes of waste management, creation of integrated supply-reduction systems with technologies of collecting and sorting, recycling of waste on the basis of waste minimizing audit recommendations;
- technological renewal of production systems in compliance with the standards of environmental cleanliness technologies, products and transition to low-waste and non-waste production technology based on the recommendations of the environmental technology audit;
- increasing the power of engineering protection of ecosystems and the environment, introducing effective treatment technologies, including biotechnology;
- greening of engineering design, investment projects, creating new and reconstructing the existing production capacity by expanding the regulatory and methodological base of environmental performance and prevention of pollution.

These principles can be realized through technological innovation, in particular through the use of:

- 1) technologies updating and complementing the existing production processes to reduce their harmful effects on the environment;
- 2) integrated technologies using innovative technological approaches that allow to minimize or completely eliminate the negative influence on the environment, preventing the possibility of its occurrence;
- 3) technologies acquiring the increasing importance – the technologies of repeated (secondary) use of products, components, parts and wastes as well as the recycling technologies.

The technologies of repeated (secondary) use should be developed for secondary production similar to cyclic product flows. They may include:

- direct secondary use without demolition technologies;
- returning to the manufacturing process of used products or components;
- dismantling, processing and reusing in the production process.

However, all production systems are developing with the traditional result – the depletion of natural resources and environmental pollution. The principles of sustainable development require using of innovative development models based on the theory and practice of eco-production cycle using technologies of waste management.

Also important is engineering protection of objects in construction or reconstruction. It is to be part of and an integral part of the activities of engineering training of the area and is to provide for:

- overall stability of the area;
- safe living of people;
- reliable and smooth functioning and development of facilities and recreation areas;
- preservation of protected areas, landscapes, historical places;
- regular sanitary, social and recreation conditions for protected areas;
- proper architectural design of engineering protection structures;
- economically grounded rational use of land and natural resources, facilities in compliance with legal environmental protection requirements.

Based on the foregoing, the modern society gives the priority to the change of consumption approaches and use of natural resources. Until recently the concept of sustainable development was mainly aimed at economic and ecological as well as environmental and legal issues. There became also widespread the theory and practice of environmental control (management) based on regulatory system and complex cross-media and cross-sector approaches.

The priority is the development of directions changing the unsustainable patterns of production and consumption, clean production mechanisms and product life cycle greening. These are the engineering aspects that made clear the necessity of formation and development of theoretical and methodological foundations of a four-component sustainable development concept including the “technology” part.

For sustainable development it is important to introduce the greening processes of society, economy and production, and reproduction and maintenance of natural properties and qualities of ecosystems.

Balance interaction of positive and negative factors, their dynamic equilibrium is achieved through the use of complex events, including engineering.

For example, reducing of negative human impact on ecosystems, strengthening their assimilation capacity by using modern engineering methods and technologies for pollution and waste preventing, efficient handling, increasing the productivity and efficient use of natural resources, energy saving and using in economic and industrial activities of alternative energy sources (solar, wind, tidal energy, thermoelectric energy, etc.).

Strengthening of society's positive impact on improving the quality of the environment, supporting biodiversity and enhancing the ecosystem's assimilation capacity is achieved by using biological engineering techniques and technologies of reconstruction of damaged areas, landscapes, nature protection facility construction, growth of society's ecological culture and responsibility.

List of References:

- [1] Inzhenerna ekolohiya: *Pidruchnyk z teorii ta praktyky staloho rozvytkul* V.A. Bazhenov, V.M. Isaienko, Yu.M. Satalkin, etc. – Kyiv: Knyzhkove vydavnytstvo NAU, 2006. – 492 p.
- [2] Isaienko V.M. *Stratehiya staloho rozvytku (turystychna haluz)* / V.M. Isaienko, K.D. Nikolayev, K.O. Babikova, H.O. Bilyavskiy, I.H. Smyrnov. – Navchalny posibnyk. – Kyiv: Vydavnytstvo M.P.Drahomanov NPU, 2014. – 295 p.

- [3] *Industrial Ecology*. Second Edition/ T.E. Graedel, B.R. Allenby. – Prentice Hall, 2003.
- [4] *Noosferohenez i harmoniyny rozvytok* IV.Ya. Shevchuk, H.O. Bilyavskiy, Yu.M. Satalkin, V.M. Navrotsky. – Kyiv: Heoprint, 2002.
- [5] Babikova K. *Prospects and Priority of Resource Saving Technologies as Constituent of Farmstead Environmental Certification* / K. Babikova, K. Nikolaev, V. Isaenko // 8th International Green Energy Conference. – NAU, June 17-19, 2013. – P. 299-302.

Volodymyr M. Isaienko, Doctor of Biology, Professor,
 Dean of the Department for Retraining and Advanced Professional Development,
 Mykhailo Drahomanov National Teachers' Training University,
 Kateryna O.Babikova, Candidate of Science in Agriculture,
 Senior Lecturer, Chair of Adult Education,
 Mykhailo Drahomanov National Teachers' Training University
 Małgorzata Ostrowska, PhD , Independent Department of Process Engineering,
 University of Opole

PRODUCTION OF ALTERNATIVE PRODUCTS AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN RURAL AREAS

Annotation:

In the article by Ukrainian and Polish scientists the production of alternative products and renewable energy sources on the example of Ukraine is analyzed. It is found that that Ukraine is an energy-dependent country, and the main sources of energy consumption are fossil fuels. At the same time, the share of renewable energy sources in Ukraine is less than 2% which is one of the lowest indicators in Europe. However, we possess a massive unused potential for energy savings in the form of natural renewable energy and, in particular, there is a big potential of biomass available for energy production. Economically justified energy potential of existing biomass waste is about 25 million tons and the energy potential of biomass which can be grown on unused agricultural lands covering more than 4 mln ha – about 13 million tons (Table 3). Due to this potential we can cover up to 18% of total primary energy consumption in Ukraine. Thus, rural areas of Ukraine have a significant potential for bioenergy development of the country.

Keywords: rural areas, alternative and renewable energy sources, biomass.

Introduction

Dependence of the economy on imported energy, reduction of mineral reserves, restructuring agricultural production, constant growth of disparity in prices for energy, industrial and agricultural products impede the development of the economy of Ukraine and reduce the potential of production competitiveness of economy branches in world markets for goods and services.

Today the main source of energy is fossil fuel combustion of which destroys environment and causes climate change. Over 80% of the energy is produced from fossil fuels, namely oil, natural gas and coal. Another amount of energy (20%) is for the share of nuclear energy, hydro power, biofuel and renewable sources.

In connection with the general environmental degradation professionals are increasingly looking for real opportunities to use so-called renewable clean energy – wind, solar, marine and terrestrial depths, biogas, biodiesel, bioethanol. Prospects of widespread use of alternative energy sources are confirmed by operation of relevant objects and installations in some areas of our country and abroad. They are environmentally friendly that is extremely important for the

recovery of air and water, their value increases in relation to the objective rising costs of traditional fuel resources – oil, gas and coal.

In the situation that has arisen, issues of development, effective use and implementation of alternative energy sources are particularly relevant, including bio-energy, which according to data of structure of primary power engineering production in the world accounts for almost 77% of all types of renewable energy (Geletukha G., 2012).

Condition of problem studying

The problem of using alternative products and renewable energy sources is widely studied in native and foreign scientific literature. So, the main aspects of bioenergy development, evaluation of production potential and efficiency of use are highlighted in scientific works of such scholars as Ageev V.A. (Ageev, 2004) Geletukha G.G. (Geletukha, 2006), Gorodov R.V. (Gorodov, 2009), Shlemko V.T. (Shlemko, 1997) and others [2-5].

In works of D. Meadows (Meadows, 2007) the problem of planning the use of natural resources to maintain ecological balance and preservation of prerequisites for further economic growth [6]. In particular, this author expresses the idea of the need for a rapid transition from traditional forms of energy to alternative ones to prevent their deficits.

In studies of V. Fradkin (Fradkin, 2010) the high potential of alternative energy sources is justified, including geothermal one, over traditional ones [7]. In addition, specific recommendations for priority use of various energy sources in different geographical areas are given.

In works of B. Danylyshyn (Danylyshyn, 2006) the essence of the concept of “energy security” as well as the problems of its maintenance in our country are revealed [8]. However, currently the question of role of rural areas for the production of alternative products and renewable energy sources in Ukraine remains unexplored.

Therefore, the purpose of the article is to identify and evaluate promising directions of development of alternative products and renewable energy sources in rural areas (on the example of Ukraine).

Research Methodology

Theoretical and methodological basis of the research were dialectical method of knowledge and systematic approach in the study of scientific works of national and foreign scholars on the production of alternative energy sources, particularly in rural areas of Ukraine, legislative and other regulations on investigated issues.

Research results

Rural areas and power engineering have always been closely linked, but the nature and strength of their relationship changed over time. The rural area has always been a source of energy and energy is one of the major determinants of modern agricultural production. Even today some European countries actively use alternative products and renewable energy sources and hope to gain

independence from prominent suppliers of hydrocarbons by means of them. For example, in 10 years Sweden plans to completely abandon organic fuel sources in favor of renewable sources and Iceland plans to do so before 2050.

In Brazil sugarcane is widely used. Five years later, ethanol, extracted from cane, will provide 80% of the country's transport with biofuel. In Spain and Germany the focus is on wind energy, increase of which is by 25% annually.

Today Ukraine is far behind the European Union in bioenergy development. Globalization of energy processes will enable the state, given its unique geographical position, to act as a full player in the international arena in the area of introducing "green" power engineering.

The state annually consumes about 220 million tons of equivalent fuel of fuel and energy resources and refers to energy deficient countries. Energy needs are covered by themselves only by 53% and are imported to 67% of the required volume of natural gas and 75% of oil and petroleum products. Today the country is living on the Energy Strategy of Ukraine approved by government until 2030 which provides a substantial increase in consumption of fossil power resources. According to it, energy consumption by 2030 will increase to 302.7 million tons and only electricity will be up to 398 billion of kW/h. At the same time, in the long term, this situation is unacceptable; it makes the national economy completely dependent on countries exporting oil and gas.

Comparing the structure of primary energy consumption in Ukraine and the EU (Table 1), we note the following trends.

Table. 1. Comparison of the structure of primary energy consumption in Ukraine and the EU countries, % [9-11]

Type of energy resources	2010		2030	
	Ukraine	The EU countries	Ukraine	The EU countries
Natural gas	42.6	25.1	28.0	24.0
Oil	10.0	35.1	14.5	33.0
Coal	27.9	15.9	30.0	7.0
Uranium	17.9	13.5	22.5	11.0
Renewable energy sources	1.6	9.8	5.7	25.0

The share of natural gas in Ukraine is unreasonably high – about 43% which is almost two times higher than in the EU.

Thus, the contribution of renewable energy sources in Ukraine is unreasonably small – 1.6% which is 6 times lower than in the EU. Moreover, development directions of various sectors of power engineering of Ukraine, proposed in the revised draft of the Energy Strategy until 2030, also do not coincide with the EU energy trends. Thus, in Europe they plan to reduce coal consumption (from 15.9% to 7%) and reduce the use of atomic energy (from 13.5% to 11%), while in Ukraine the situation is opposite. According to the new variant of the Strategy up to 2030 the increased use of coal from 27.9% to 30% and nuclear energy – from 17.9% to 22.5% is scheduled [12].

It should be noted that unlike many EU countries Ukraine has massive unused potential for energy saving in the form of natural renewable energy sources.

Natural renewable energy sources, as defined by the International Energy Agency (IEA), divide the energy received from the sun; wind; biomass; geothermal, hydropower and ocean resources; biogas and liquid biofuels [13].

According to the Resolution No. 33/148 of the UN General Assembly in 1978, non-traditional renewable energy sources include: solar, geothermal, wind and wave power, energy of tides and low tides of the ocean, energy of wood biomass, charcoal, peat, dragging livestock, shale, bituminous sandstones and hydropower.

In the Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources" alternative sources of energy are renewable sources which include solar, geothermal, wind and wave power, energy of tides and low tides of the ocean, energy of wood biomass, charcoal, peat, dragging livestock, shale, bituminous sandstones and hydropower [14].

Today, our country uses its potential in renewable energy only by 1.6% (capacity – 81 mln tons of conditional fuel, production – 1.6 mln tones) (Table 2).

Despite the low level of renewable energy development today, Ukraine has good preconditions for the future development of this area, especially bioenergy sector.

Table. 2. Potential of renewable sources [15]

Type of power source	Annual technically feasible potential		Annual replacement of natural gas, bln m ³
	Billion kW/hour	Mln tons of conditional fuel	
Wind power	41.7	15.0	13.0
Solar power	28.8	6.0	5.2
Geothermal energy	105.1	12.0	10.4
Bioenergy	27.7	10.0	8.7
Hydropower	162.8	20.0	17.4
Energy of the environment	154.7	18.0	15.7
Total	520.8	81.0	70.4

Ukraine has a great potential of biomass available for energy production. Biomass is carbon-intensive organic substances of plant and animal origin (wood, straw and other plant residues of agricultural production, manure, specially grown energy crops, organic parts of municipal solid waste and sometimes peat). Solid biomass as well liquid and gaseous fuels produced from it – biogas, biodiesel, bioethanol and others are used for energy production.

According to the accepted European definition, biomass is bio-degraded fractions of products, waste and residues of agriculture (plant and animal ones), forestry and close to them industries (carbon containing organic substances of vegetable and animal origin, wood, straw, plant residues of agricultural production, manure, etc.).

Potential energy resources of biomass can be divided into two groups:

- Plantations of plants grown for the purpose of energy needs (e.g. corn, rape, energy willow, potato, Jerusalem artichoke, Miscanthus etc.);

- Organic remains and waste – plant remains, waste from the growing and processing of plant production, animal waste and municipal organic waste.
- Raw materials for energy are divided into liquid (vegetable oil, alcohol), solid (straw, wood or waste of wood industry) and gaseous (biogas). Biomass is a renewable, environmentally friendly fuel, the use of which does not contribute to the global greenhouse effect. This is the fourth fuel by value in the world which gives about 2 bln tons of fuel a year, representing about 14% of total primary energy consumption in the world (in developing countries – over 30%) [16].

Potential of waste usage in agriculture as a source of energy biomass is enormous. Thus, the use of crop residues for receiving energy depends on the nature of crops which large areas are sown with and the number of residues that can be obtained per unit of cultivated area. Field crops provide waste more than vegetable ones. Approximate number of plant waste can be determined by multiplying crop mass on its characteristic coefficient of remains. In soybean it is 0.55-2.60; corn – 0.55-1.20; wheat – 0.5-1.75; sugar beet – 0.07-0.20. Values of coefficients depend not only on the type of a crop but also conditions of its cultivation, harvesting methods and methods of coefficient determining.

Straw is one of the major sources of biofuels in the world. Average straw amount of cereal crops, particular in Ukraine and Poland is 40.31 million tons, 20% using of which for energy purposes can be replaced by 4.3 mln tones of fuel/year. From a straw briquette weighing 50-60 kg it is possible to get 4 kWh of electricity.

In the world the complex processing of animal waste by means of methane fermentation is promising. The product of such fermentation is biogas. Depending on the content of methane its energy intensity can be different. Biogas containing 56% methane has the energy intensity of 20 MJ/ m³, 62% – 22.7 MJ/m³, 70% – 25 MJ/m³ (natural gas – 33.6 MJ/m³).

Table. 3. The energy potential of biomass

Type of biomass	Actual volume, mln tons	% of the total volume	Economic potential mln tons fuel
Straw of cereal crops	32.0	20	3.17
Straw of rape	2.9	70	0.96
Production wastes of corn for grain	34.0	52	8.59
Production wastes of sunflower	17.0	67	5.55
Recycled agricultural wastes (husk, bagasse)	9.7	77	0.99
Wood biomass	3.9	89	1.87
Biodiesel	-	-	0.35
Bioethanol	-	-	2.36
Biogas from manure	-	-	0.35
Landfill gas	-	-	0.26
Biogas of wastewater	-	-	0.09
Energy crops:		-	
- Poplar, willow and others	20.0	85	10.30
- Rape (straw)	3.2	70	1.13
- Rape (biodiesel)	-	-	0.77
- Maize (biogas)	-	-	1.10

Peat	-	-	0.40
Total	-	-	38.24

Firewood was the main fuel to the end of XIX century when fossil fuels – coal, natural gas and oil replaced it. The appearance of these fuels and the constant increase in needs of forest technical raw materials led to a sharp decrease in the use of forest products as fuel.

About 85% of felled forest is used for paper and timber production, 4% – as fuel. The remaining 11% – wastes during harvesting, transportation, are recycled or can be used as an energy source.

The negative properties of natural forest biomass are: low energy density of biomass; high humidity and energy consumption for evaporation during combustion; heterogeneity of forest biomass form which complicates mechanization and automation of harvesting and combustion of this fuel.

To achieve the goals in the field of renewable power engineering the reliable information about the energy potential of biomass is necessary. According to data in 2013 economically justified energy potential of existing biomass waste for Ukraine is about 25 million tons fuel and the energy potential of biomass which can be grown on unused agricultural land areas of more than 4 mln ha is about 13 million tons fuel (Table 3). Due to this potential it is possible to cover up to 18% of total primary energy consumption in Ukraine. So, rural areas have a significant potential for bioenergy development of the country.

Thus, several advantages of bio-economy should be emphasized that is an important stimulus for the further development of this industry. For social sphere it is:

- Diversification of the rural economy;
- Job creation;
- Rural development;
- Improving health;
- Welfare and quality of life in rural areas.

For the sphere of economy it is:

- Reducing the cost of agricultural products;
- Reducing dependence on imported energy resources;
- Development of new types of products;
- Careful monitoring of product quality;
- Entering new markets of agro-food products.

For the environmental sphere it is:

- Creating new products and biofuels;
- Pollution prevention;
- using processed products of agriculture and so on.

Along with this it should be noted that there are main negative factors significantly impede the development of the biofuels market. They include:

- Insufficiently developed transportation and logistics infrastructure of the agrarian market and in accordance with the market of bioenergy resources and lack of specialized terminals for processing large volumes of biofuel, resulting in logistics is very expensive and reduces the potential profitability of biofuel plants;
- Lack of advanced agricultural technologies of growing and processing biomass;

- Lower, compared to EU, production capacities of national enterprises for the production of biofuels;
- Lack of specialized equipment for handling biofuel cargo traffics;
- Backlog of information infrastructure: the biofuels market is not transparent and potential consumers are not aware of their capabilities in this area and about the advantages of bioenergy as such;
- Financial difficulties of farmers with the introduction of innovative technologies;
- Lack of qualified staff;
- Imperfection legal and regulatory framework;
- Incomplete question of establishing «green» tariff;
- Unfavorable investment climate for the development of alternative energy.

Conclusions

Ukraine like Poland has good preconditions and sufficient potential for the dynamic development of the sector of alternative energy sources. The main driving forces of this process in particular in Ukraine are constant rise in prices for traditional energy carriers and existence of a great potential of rural areas available for energy use.

References:

- [1] Geletukha, G.G., Zhelezna, T.A., Drozdova, O.I. 2012. *Analysis of mechanisms to encourage the development of "green" electric power industry in the European Union*. [Internet]. Available at: http://esco-ecosys.narod.ru/2012_2/art60.pdf.
- [2] Ageev, V.A. 2004. *Alternative and renewable energy sources*. Saransk: Publishing house of University of Mordovia.
- [3] Geletukha, G.G., Zhelezna, T.A., Matveev, Y.B., Zhovnir, M.M. 2006. Using local fuels for energy production in Ukraine. *Industrial heat engineering*, 28 (2): 85-93.
- [4] Gorodov, R.V., Gubin, V.Y., Matveev, A.S. 2009. *Alternative and renewable energy sources: A tutorial*. 1st edition. Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University.
- [5] Shlemko, V.T., Binko, I.F. 1997. *Economic security of Ukraine: Nature and direction of support: Monograph*. Kyiv: NISS.
- [6] Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. 2007. *Limits to Growth. 30 years later*. Moscow: Moscow State University Press.
- [7] Fradkin, V. Energy from the ocean bottom. *New sources of energy*. [Internet]. Available at: <http://www.dw-world.de/>.
- [8] Danylyshyn, B.A. 2006. Energy security in the context of the Ukrainian realities. *Governmental Courier*, 157: 12-13.
- [9] *EU Energy in Figures. Statistical Pocketbook. European Commission*. 2012.

- [10] Energy Strategy of Ukraine till 2030. [Internet]. Available at: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article?art_id=222035&cat_id=200576
- [11] State Statistics Service of Ukraine. [Internet]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
- [12] Analytical note of BAU No.1 "Place of bioenergy in the project of revised Energy Strategy of Ukraine till 2030". 2012. [Internet]. Available at: www.uabio.org/activity/uabio-analytics. [Access: 2012, November, 1].
- [13] Key World Energy Statistics. Publication of International Energy Agency. 2011. [Internet]. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name.31287.en.html>.
- [14] The Law of Ukraine "On Alternative and Renewable Energy Sources". 2009. *Supreme Council of Ukraine. As amended by the Law No. 601-VI (601-17) of September 25, 2008*, 13: 155.
- [15] Development of energy conservation technologies – the only way for further energy development in Ukraine. [Internet]. Available at: http://www.sofit.com.ua/articles/rozvitok_energozaowadzhuyuchih_tehnologij/.
- [16] Kaletnik, G.M. 2010. *Biofuels. Food, energy and economic security of Ukraine: Monograph*. Kyiv: High Tech Press.

Victor Karpenko, D.Sc. (Agriculture), Professor, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

Oleksandr Burliai, PhD (Economics), Associate Professor, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

INFLUENCE PLANT PATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI ON THE EFFICIENCY OF THE SYMBIOTIC SYSTEM RHIZOBIUM GALEGAE – *GALEGA ORIENTALIS* L

Various pests and diseases, such as insects, fungi, bacteria, mycoplasma can cause significant harmful effect of galega crops. If you do not take action at the first signs of disease, their pathogenic effect causes a significant reduction in the yield of green mass of galega in the 32-42% and 15-30% of seeds [10, 21, 24, 25].

The most studied in the world is insects pests and fungal diseases of galega. It should be noted that bacterial diseases of galega insufficiently studied, which explains the limited number of protective drugs of this class in the market of protection. However, in recent years, phytopathogenic bacteria are increasingly occupy important place among the diseases of crops [5, 7, 20, 21, 26, 27]. Not defined circle of bacterial pathogens of plants. Unidentified risks of cross-contamination galega and other legumes, which are widely cultivated in Ukraine.

Diseases are very harmful galega that hit the ground plant parts, causing premature defoliation. This reduces the yield and the quality of the green mass and seeds. Seeds on affected plants are produced in most cases flat or low viability. Therefore, monitoring of diseases, their diagnosis and galega crop protection from various diseases is of great practical importance [1, 8, 10, 24].

We have found that the main bacterial pathogen galega is *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. The pathogen is polyphage and usually causes black-brown necrotic spots, so the name of the disease varies as bacterial spot, black spot, brown spot fine [4, 14]. It should be noted that especially this culture suffers from fire blight [5, 8, 9, 21].

Since some of the most common and harmful pathogens of bacterial diseases of legumes are members of the genus *Pseudomonas* can be assumed that further monitoring will identify representatives *Pseudomonas syringae* on galega [3, 6, 11].

It is found that the *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* affects all parts of terrestrial plants. The disease appears first on the tips of young leaves in the form of small transparent dark spots, which rapidly coalesce and cover a large area of the leaf, and then the whole area of the sheet. The top sheet is twisted or bent. Diseases causing death of a large number of leaves of the plant. With the defeat of the stems, and cuttings of the bacteria move to the vascular bundles and penetrate the seed. Often on the stems there are small (2-5 mm in

diameter) dry black necrotic spots that grow over time and crawl into strips. The stem is twisted and can break in [13].

During the monitoring of bacterial diseases galega on scientific research and industrial crops are a number of symptoms of plant injury was determined in the Vinnitsa region, which were caused by bacterial plant pathogens [9, 15, 27].

1. The light brown spots (2-4 mm in diameter) of irregular shape edged with chlorotic;
2. light brown frame sheet;
3. necrotic light brown spots
4. empty spaces with light beige border;
5. "burn" the tip of the leaf;
6. dry translucent beige spots
7. dry black necrotic spots
8. blackening and wilting on the scaffold with spreading;
9. black hauling leaf cuttings.

Bacteriological analysis of samples of the affected galega collected in the Vinnitsa region, characterization of isolates is shown in Table 1. What can serve as an example for the primary identification and selection of bacterial pathogens. For a variety of visual characteristics and virulence isolates selected type *Xanthomonas* for monitoring galega in the Vinnitsa region (Table 1). The pathogen bacteriosis galega genus *Xanthomonas* - motile gram-negative rods, oxidase negative, catalase positive. The cells have a capsule. Colonies of 5-8 mm in diameter, round, convex, smooth, shiny, opaque with smooth edges are yellow-green pigmentation [16, 18].

Table 1. Phytopathological analysis of samples of galega (bacterial isolates from Vinnitsa region crops)

Variant	Samples			Quantity isolates			
	Analyzed	For some isolated bacteria	Selected for further study	Yellow pigment		Gray-white, translucent, type <i>Pseudomonas</i>	White, opaque, type <i>Bacillus</i>
				type <i>Pantoea agglomerans</i>	type <i>Xanthomonas</i>		
1	17	11	9	2	2	3	2
2	17	13	18	8	4	6	1
3	15	12	9	4	1	2	2
4	10	3	12	3	3	4	2
5	9	7	7	3	1	1	2
Total	68	47	55	18	11	16	9

Biochemical properties

Biochemical properties considered an important criterion for the identification of bacterial pathogens of plants. The causative agents of bacterial galega

Pseudomonas syringae pv. *syringae* and defined by the authors *Pseudomonas* sp. and *Xanthomonas* sp. They have the ability to break down carbohydrates to aldehydes and acids to form carbon dioxide and water .

It was found that strains of *Pseudomonas* sp. used as the sole carbon source, carbohydrates such as glucose, sucrose, xylose, galactose, fructose, raffinose, mannitol and glycerol. Do not ferment lactose, maltose, fructose, dulcitol (Table 2).

Table 2. Physiological and biochemical properties of pathogens bakteriosis galega

Tests	Genera and species of pathogens		
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> (according to the literature)	<i>Xanthomonas</i> sp. (defined in Ukraine)	<i>Pseudomonas</i> sp. (defined in Ukraine)
Color colonies	Grayish-white	Greenish-yellow light	Gray, translucent
Gram staining	–	–	–
Mobility	+	+	+
Oxidase	–	–	–
Reduction of nitrates	–	–	–
Litmus whey	M	reduction	M
Use milk	–	–	–
The formation of H ₂ S	–	–	–
Hydrolysis of gelatin	–	+	–
Growth in meat-peptone agar (MPA)	steady growth, ring	growth ring, film	growth ring
Using:			
Glucose	A	–	A
Glucose anaerobic	–	–	–
Lactose, maltose	–	–	–
Saccharose	A	–	A
<i>Continued Table 2</i>			
Xylose	A	A	A
Rhamnose, mannose	–	–	–
Galactose	A	–	A
Dulcitol	–	–	–
Glycerol	A		A
Fructose	A	A	A
Raffinose, mannitol	A	–	A
Oxalic acid	M	M	M
Hypersensitivity reaction	+	–	+

Note: "–" - no symptoms; "+" - Signs; A - the formation of acid; M - meadow.

As biochemical parameters allocated isolates can be identified as *Pseudomonas syringae* or *Pseudomonas savastanoi*. Isolated bacteria that can be assigned to *Xanthomonas* sp. as the sole carbon source of power only use xylose and fructose[4, 9, 13, 14, 16, 18].

For a more precise identification used molecular genetic techniques.

Galega as well as other representatives of the legume genus may be affected by bacterial pathogens of legumes, which include *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (brown spot) and *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (angu-

lar spotting) - the most common pathogens that cause significant economic damage. Other: *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas syringae* pv. *vignae*, *Surtobacterium flaccumfaciens*, *Xanthomonas heterocephala*, *Agrobacterium tumefaciens*. There are also rare *Pectobacterium carotovorum* and *Pseudomonas putrefaciens*. The most harmful bacterial pathogens of legumes, often soybean - *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (angular spotting) and *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (pustules bacteriosis) [4, 9, 13, 16].

In addition to these pathogens are parasitic on legumes: *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Ralstonia solanacearum* and bacteria found some authors and in rare cases - *Pseudomonas viridiflava*, *Xanthomonas heterocephala*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* [12, 21, 26].

Cases are also known leguminous the defeat, in particular pea pathogens such as *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, *P. syringae* pv. *syringae*, *P. viridiflava*, *Ralstonia solanacearum*, *Pantoea agglomerans*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus leguminiperdus*, *Bacillus megaterium*. [10, 15, 21].

All of these pathogens of bacterial diseases of legumes may be potential agents of galega disease. [15, 26, 27].

The composition of plant pathogenic fungi galega

Mushrooms are considered the most common diseases among cultivated plants. Firstly, due to the number of their agents, which has about 20 thousand, second - due to the relatively easy penetration into the host plant through natural openings and the ability to hit the plants during all phases of their development. Prevalence galega fungal diseases can be significant, reaching almost 30%. However, technological feature of fodder grasses, which include eastern galega (*Galega orientalis* L.) is their mowing, which during the growing season may be 2-3 when growing galega. This explains the prevalence of fire blight, pathogens which enter the plant tissues through the damaged surface [5, 8, 12, 24].

The basis of the mechanism of pathogenic action of pathogenic fungi is a violation of the trophic chain, since the penetration into the plant host organism, these phytopathogens are acceptors vegetable assimilates creating their deficit, and secondly - they are able to produce toxins and numerous enzymes that destroy or liquefied hydrocarbon polymers cell walls. A negative consequence of this interaction becomes a distortion of plant metabolism. Parenchymal and vascular lesions, necrotic certain tissues or organs due to fungal infections plant turns to the source the spread of fungal infection. Dead plant residues pose an infectious background, contributes to the further spread of pathogens. And, although the mechanisms of pathogenic action of different types of mushrooms can differ significantly, they cause considerable damage to agricultural production, reducing the yield of economically valuable organs, the quality and shelf life [21, 22].

We have found that the most common fungal diseases galega is rust, brown spot, ramularia betae, cercospora blight, this despite the fact that the

galega is considered sufficiently resistant plants[12, 24]. Our findings are consistent with the literature [10 ,21].

Rust

Pathogens are department - *Basidiomycetes*. Class - *Urediniomycetes*. Family - *Puccinia Caeae*, genus: *Uromyces*, view - *Uromyces galegae*.

The disease appears in late June - early July. Symptoms most often appear on the stems, sometimes on leaves in the form of brown dusting. At the end of the growing black defeat of uredospores are formed in places of defeats. With intensive development of the disease leaves wither and fall off. Urediniospores brown size 23 - 25 micrometers. Most strongly manifested disease after a heavy rain, spreads urediniospores via air currents. Is necessary for the development of about 2-3 decades, temperature 19 - 21°C and high humidity. The fungus overwinters in the form teliospores (Fig. 1).



Fig. 1. Rust galega east

Brown spot

Activators are *Ascomycota Division*. Class: *Deuteromycetes*. System: *Botryosphaeriales*. Family: *Botryosphaeriaceae*. Genus *Phyllosticta*. View: *Phyllosticta galegae*.

On leaves appear elongated spots with a brown border and after a certain period of time on the affected surface appear black dots – pycnium – scattered, single, flat - spherical shape, approximately 150 microns in diameter. Pycnidio-phore cylindrical, ellipsoidal, tapered at one end, straight or slightly bent, discolored (Fig. 2).



Fig. 2. Brown spot galega east

Ramularia

Activators are department: *Ascomycota*. Class: *Deuteromycetes*. System *Hyphomycetales* Family: *Mycosphaerellaceae*. Genus: *Ramularia*. View: *Ramularia galegae*.

The disease looks like ocher or brown small spots of 2-3 cm in diameter on both sides of the sheet. When wet, the spots are covered by conidia in the form of liquid white coating. Conidiospores slightly curved with a few teeth on the top and are collected in bundles on both sides of the sheet to form a white film. Conidia unicellular, elongated veretinoividnoi shape (Fig. 3).

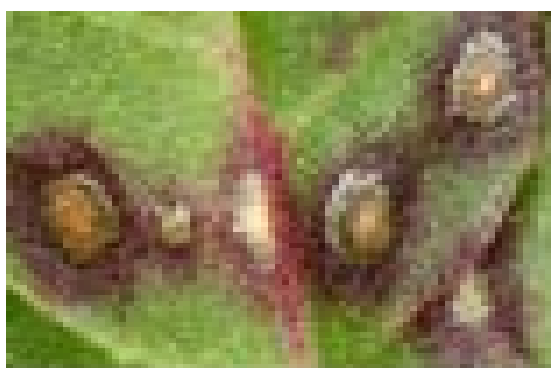


Fig. 3. *Ramularia galega east*

Conidia spread the pathogen. However, a potential source of infection are crop residues. By the autumn the leaves formed sclerotia dense stroma and the like and at this stage of the fungus overwinters.

Cercospora blight

Department: *Ascomycota*. Class: *Deuteromycetes*. System: *Hyphomycetales*. Family: *Mycosphaerella Ceeae*. Genus: *Cercospora*. View: *Cercospora galegae*.

Brown spots on the leaves which later turn white, with a brown border. Sporulation of the pathogen has a light smoky capsules on the surface of the affected tissue when high humidity. Conidiophores hilly, pale smoky collected in bunches. Conidia are rod-shaped, spindle-shaped, curved, pointed at tip, with many partitions, colorless (Fig. 4).



Fig. 4. Cercospora blight of galega east

In winter, the fungus persists in the form stroma-tographium on which the spring at high humidity and favorable temperature to 15°C and above are produced conidiophores with conidia. The fungus spreads conidia on fallen leaves.

Influence of the dominant pathogenic bacteria and fungi in the galega east symbiotic system *Rhizobium galegae* - galega

Galega east - a perennial herb with polycarpic development cycle. Phase flowering begins in the second year of life, but individual plants under favorable conditions, blooms in the first year [24]. In the early stages of development of aerial organs galega grow faster underground. At this time the plants come into a period of intensive growth of shoots above ground and in the phase of the fourth true leaf begin to form side shoots, which are located in the axils of the first and the second true leaves. It strengthens the root system, increasing the number of root nodule bacteria. They appear on day 25-30 post-emergence, i.e. during the intensive growth of plants. Their number is 40-55 pieces with a weight of 150-200 mg per plant, when the stem is formed. The number and mass of bubbles depends on the phase of plant development. These rates reach a maximum in the budding phase under optimum conditions of symbiosis - early flowering (from 110 to 160 pieces with a weight of, respectively, from 320 to 450 mg per plant). In this phase is carried out mowing grass. Prior to the second mowing the number and biomass of nodule bacteria increases, respectively, to 310 and more pieces, 700-720 mg [24].

In the second year of vegetation (budding phase - beginning of flowering), the number of bubbles increases slightly to 330, and the biomass is almost doubled. In the third year of vegetation the number and biomass of plant does not increase, and the downward trend is visible in the fourth year.

Inoculation of seeds *Rh. galegae* L2 stimulated growth of above ground and underground. The data are presented in table 3.

Table. 3. The influence of inoculation of *Rhizobium galegae* L2 on plant growth of galega east of the second year of life, seecentimeter

Phase	The length of the roots		The height of the plant above ground	
	control - without inoculation	with inoculation	control - without inoculation	with inoculation
Full budding	25,4	33,1	91,0	101,5
Full bloom	46,7	55,9	142,1	163,9
HIP ₀₅	11,1	14,0	15,8	21,5

As can be seen from table. 3 the roots of inoculated plants in the phase of full budding is 7.7 cm longer in comparison with control, full bloom - 9.2 cm. The height of the aerial organs in the phase of full budding 10, 5 cm longer in comparison with control, full bloom - 28.1 cm. This is due to the fact that the inoculated plants were more 1.5 nodule bacteria, which provide plant nutrition in an environmentally sound biological nitrogen and stimulated the growth of the root and aboveground parts [2, 17, 19].

The presowing inoculation of seed by biologic nodule bacteria increased the seed yield (table. 4).

Table 4. Effect of presowing inoculation on green mass and seeds of galega east, g / m²

Variant	Crop of seeds	Increase		Crop of green mass	Increase	
		g	%		g	%
Sowing seeds without inoculation (control)	61,1	–	–	4832	–	–
Sowing of inoculated seeds	93,3	32,2	52,7	7023	2191	45,3

As can be seen from the data of table 4 each square meter of sowing the inoculated seeds gave more yield - 32.2 g, or 52.7% higher than the control. The harvest of green mass received 45.3% more than the control. Our experiments confirm the data on the effectiveness of the inoculation of other researchers [1, 7, 23, 24].

The main function of *Rhizobium*-legume system is the process of nitrogen fixation, so it was important to clarify the influence of bacterial and fungal metabolites in the nitrogen-fixing activity of bubbles. Study of direct influence of the culture liquid filtrate of liquid of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Xanthomonas* sp. P14 and *Uromyces galegae* P15 on symbiotic system of galega - nodule bacteria showed that under their influence varies nitrogen-fixing activity galega of bubbles. When soaking of bubbles in the culture fluid of said of phytopathogenic microorganisms significantly reduced their nitrogen-fixing activity compared with control variant (table. 5).

Thus the action of phytopathogenic bacteria and fungi in a symbiotic unit of galega depended on the type and aggressive strain [21]. For further our research we chose a strain of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Uromyces galegae* P15.

Effect of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Uromyces galegae* P15. on legume-Rhizobium symbiosis galega sort Kavkazkiy branets studied in a pot

experiment on a gray forest soil inoculated colonies of bacteria (107) and fungus spores (106).

Table 5. The impact of culture fluid of phytopathogenic bacteria and fungi on the nitrogen-fixing activity of nodules of galega east sort Kavkazkiy branets

Variant	Nitrogen-fixing activity, micromoles C ₂ H ₄	
	per 1 plant in an hour	per 1 g nodules in an hour
Control (culture medium for bacteria)	4,45 ± 0,39	5.03 ± 0,43
Control (nutrient medium for fungi)	3.14 ± 0,28	3,57 ± 0,15
Culture fluid of <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> ,	0.09 ± 0,04	missing
Culture fluid of <i>Xanthomonas</i> sp. P14	0.29 ± 0.10	0,12 ± 0,01
Culture fluid of <i>Uromyces galegae</i> P15	0,04 ± 0.01	missing

From the above in table. 6 data shows, that the investigated phytopathogenic microorganisms significantly reduce the nitrogen-fixing activity and soaking of bubbles in liquid culture *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Uromyces galegae* P15 nitrogen fixation is absent. As the results of a pot experiment, plants galega that were grown from seed inoculation of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Uromyces galegae* P15, significantly lagged behind the controls.

According to the data presented in table. 6 plant height decreased by 31.9% or more, above-ground mass of plants in terms of dry matter decreased by 25.7 and weight of the root system - by 24.6% compared with a control option. Inoculation of seeds galega by active strain of rhizobia Rh. galegae L2 somewhat mitigated the negative impact of pathogens on plants.

Investigating biological value of protein of green mass galega east we identified 18 amino acids including all essential.

Table 6. The structure of the crop galega east by inoculation with nodule bacteria and pathogenic microorganisms action

Variant	Plant height, cm	Quantity, pcs				Mass of 1000 seeds, g
		stems	buds on the stem	beans on stem	seeds on beans	
Control (inoculation Rh. Galegae П2)	131,1	16	8	160	5	8,8
Culture fluid of Ps. syringae pv. syringae,	75,0	9	4	87	2	5,6
Culture fluid of Ps. syringae pv. syringae + Rh. galegae П2	89,3	11	5	101	3	6,1
Culture fluid of Xanthomonas sp. P14	69,8	7	6	79	2	5,7
Culture fluid of Xanthomonas sp. P14 + Rh. galegae П2	81,2	8	7	95	3	5,6

Culture fluid of <i>Uromyces galegae</i> P15	57,8	8	5	76	3	5,4
Culture fluid of <i>Uromyces galegae</i> P15 + <i>Rh. galegae</i> Л2	75,4	10	7	81	3	6,0
HCP _{0,5}	13,4					0,5

It is shown, that the presowing inoculated of seeds of galega east Rh. galegae L2 sharply increased the number of glutamic acid oil varieties studied, but the better stood of sort Kavkazkiy branets (tab. 7).

Presowing seed inoculation of galega east led to increased amounts of amino acids (especially the sort Kavkazkiy branets).

Table 7. Amino acid composition of the protein of different varieties of green mass galega east with presowing inoculation *Rh. galegae* L2 and for the actions of phytopathogenic bacteria *Ps. syringae* pv. *syringae*

Sort of galega east	Variant	Glutamic acid	Aspartic acid	Essential amino acids	The amount of amino acids
Kavkazkiy branets	control without inoculation	8,9	9,1	153,1	177,3
	inoculation <i>Rh. galegae</i> L2	29,8	23,4	167,7	195,1
	inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	4,7	5,2	99,8	147,5
	inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i> + <i>Rh. galegae</i> L2	11,6	10,7	140,6	161,3
Salute	control without inoculation	7,7	8,3	155,5	175,4
	inoculation <i>Rh. galegae</i> L2	22,4	21,1	161,0	187,6
	inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	3,7	6,9	128,7	139,0
	inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i> + <i>Rh. galegae</i> L2	14,2	14,7	119,8	145,4
Donetskiy 90	control without inoculation	8,5	7,6	135,4	151,2

inoculation <i>Rh. galegae</i> L2	21,2	19,5	165,4	181,3
inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	8,1	7,3	122,0	143,5
inoculation <i>Ps. syringae</i> pv. <i>syringae</i> + <i>Rh. gale-</i> <i>gae</i> L2	13,1	13,9	136,7	161,3

Researches of other sorts confirm this pattern, but in quantitative terms somewhat inferior sort Kavkazkiy branets. Number of glutamic acid, aspartic acid, and the amount of amino acids decreases sharply when a bacterial infection *Ps. syringae* pv. *syringae*. Presowing inoculation of seed of galega leveled the effects of phytopathogenic bacteria, but a full recovery of individual amino acids and their amount is not happening (table 7).

Conclusions

Pests and diseases, such as insects, fungi, bacteria, mycoplasma cause significant harmful effect of galega crops, their pathogenic effect leads to a decrease in the yield of green mass of galega in the 32-42% and 15-30% of seeds.

We have found that the main bacterial pathogen galega is *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, which affects all parts of terrestrial plants, defined a number of symptoms of plant injury that were caused by bacterial plant pathogens.

We conducted a bacteriological analysis of samples of affected galega. Revealed and described strains of *Pseudomonas sp.* .. As biochemical parameters allocated isolates can be identified as *Pseudomonas syringae* or *Pseudomonas savastanoi*. We characterized also other potential pathogens of bacterial diseases of legumes, which can affect and galega.

We have also found that the most common fungal diseases galega is rust, brown spot, ramularia, cercospora blight, this despite the fact that the galega is considered sufficiently resistant plant. These diseases are characterized and illustrated by us.

The positive effect of inoculation on plant growth galega of the second year of life: the roots of the inoculated plants in the phase of budding on 7.7 cm longer in comparison with the control, and in the phase of full bloom - 9.2 cm. The height of the aerial organs in the phase of budding on 10.5 cm longer in comparison with the control, and in the phase of full bloom - 28,1sm. After all the inoculated plants had 1.5 greater nodule bacteria. Presowing inoculation of seed by biologic nodule bacteria also increased the yield of galega seeds by 52.7% relative to the control. The harvest of green mass is also received on 45,3% more than the control.

Study the direct influence of the culture liquid filtrate *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Xanthomonas* sp. P14 and *Uromyces galegae* P15 on symbiotic system of *Galega oritntalis* L. - nodule bacteria showed that under their

influence decreased nitrogenase activity bubbles compared to the control variant.

Phytopathogenic microorganisms which we was studied, greatly reduced the nitrogen-fixing activity. And while soaking bubbles in liquid culture *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Uromyces galegae* P15 nitrogen fixation is absent.

Inoculation of seeds galega by the active strain of nodule bacteria *Rh. Galegae* L2 softened the negative impact of plant pathogens in the galega plants.

Studies to determine the biological value of protein of green mass of galega by us was identified 18 amino acids including all essential. It is shown, that in of preseeding seeds of galega by the *Rh. galegae* L2, dramatically increased the amount of glutamic acid, in all studied varieties, but the better sort of stood Kavkazkiy branets.

Thus, in a highly infectious load is observed to increase the spread and development of the disease and reducing the effectiveness of the *Rhizobium*-legume system. This led to the inhibition of plant growth, as evidenced by the reduction in aboveground mass galega, weight and quality of its roots in comparison with control variant.

Literature:

- [1] Andronov, E.E. *Symbiotic and genetic diversity of Rhizobium galegae isolates Collected from the Galega orientalis Gene Center in the Caucasus* E.E. Andronov, Z. Terefework, M. L. Roumyantseva // J. Appl. Bacteriol. – 2003. – Vol. 69. – P. 1067–1074.
- [2] Bellato C., Krishnan H.B., Cubo T. et al. *The soybean cultivar specificity gene nolX is present, expressed in nodD-dependent manner, and of a symbiotic significance in cultivar-nonspecific strains of Rhizobium (Sinorhizobium) fredii* // Microbiology. – 1997. – 4, № 143. – P. 1381–1388.
- [3] Brochwell J., Hely F.W. *Symbiotic characteristics of Rhizobium meliloti an appraisal of the systematic treatment of nodulation and nitrogen fixation interactions between hosts and rhizobia of diverse origins* // Austral. J. Agr. Res. - 1966. - 17, N 6. - P. 885-899.
- [4] Clarke C.R., Cai R, Studholme D.J., Guttman D.S., Vinatzer B.A. (2010). *Pseudomonas syringae strains naturally lacking the classical P. syringae hrp/hrc locus are common leaf colonizers equipped with an atypical type III secretion system*. Mol Plant Microb Interact 23:198–210
- [5] *Fungi colonising the above-ground parts of fodder galega (Galega orientalis Lam.) cultivated in pure sowing and mixed with smooth brome grass (Bromus inermis Leyss.)* [2005] Cwalina-Ambroziak, B.,Uniwersytet Warminsko-Mazurski, Olsztyn (Poland). Katedra Fitopatologii i Entomologii Koc, J.,Uniwersytet Warminsko-Mazurski, Olsztyn (Poland). Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska Abstract
- [6] Lelliot RA, Billing E, Hayward AC. (1966). *A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic Pseudomonads*. J Appl Bacteriol 29: 470–489.
- [7] Lindstrom K., Laguerre G., Normand P. et al. *Taxonomy and phylogeny of diazotrophs* // Biological Nitrogen Fixation for the 21–th Century. – Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ., 1997. – P. 559–570.

- [8] Lyudmyla Symochko. *Soil Microbial Activity and Functional Diversity in Primeval Beech Forests* / Lyudmyla Symochko, Volodymyr Patyka, Vitaly Symochko, Antonina Kalinichenko // *Journal of Earth Science and Engineering*. – 2015. – 5. – №6. – P. 363–371.
- [9] Marchetti M., Capela D, Glew M., Cruveiller S., Chane-Woon-Ming B., Gris C. et al. (2010). *Experimental evolution of a plant pathogen into a legume symbiont*. *PLoS Biol* 8: e1000280.
- [10] Markov I.L. «Energy» disease // *Magazine - Agriculture Today*. - 2012, №15-16. - R.238-239
- [11] Mithani A., Hein J., Preston G.M. (2011). *Comparative analysis of metabolic networks provides insight into the evolution of plant pathogenic and nonpathogenic lifestyles in Pseudomonas*. *Mol Biol Evol* 28: 483–499.
- [12] *Modern Microbial Genetics* / Ed. by N.U. Streips, R.E. Yasbin. – N. –Y.: Wiley–Liss, 2002. – 603 p.
- [13] Mohan S.K., Schaad N.W. (1987). *An improved agar plating assay for detecting Pseudomonas syringae pv. syringae and P.s. pv. phaseolicola in contaminated bean seed*. *Phytopathology* 77: 1390–1395.
- [14] Mohr T.J., Liu H., Yan S., Morris C.E., Castillo J.A., Jelenska J. et al. (2008). *Naturally occurring non-pathogenic isolates of the plant pathogen species Pseudomonas syringae lack a Type III secretion system and effector gene orthologues*. *J Bacteriol* 190: 2858–2870.
- [15] Ohorodnyk L., Hvozdyak R., Yakovleva L., *Bacterial disease of white water lilies (Nymphaea alba L.) and yellow water-lily (lutea L.) in Ukraine as a factor of threat preservation and distribution of medicinal plants* // *Bulletin of Kyiv National University Taras Shevchenko*. - 2007. - № 12. - S.49-51.
- [16] Petersen Y., Mansvelt E.L., Venter E., Langenhoven W.E. 2010. *Detection of Xanthomonas axonopodis pv. punicae causing bacterial blight on pomegranate in South Africa*. *Australas. Plant Pathol.* 39:544–546
- [17] Scotti M.R., Carvalho–Silva D.R., Vargas M.A.T. et al. *Changes in electroforesis of lipopolysaccharides from competitive strains of Bradyrhizobium spp. induced by soybean roots* // *J. Appl. Microbiol.* – 1997. – 83. – P.552–560.
- [18] Sharma V., Midha S., Ranjan M., Pinnaka A., Patil P.B. 2012. *Genome sequence of Xanthomonas axonopodis pv. punicae, strain LMG 859*. *J. Bacteriol.* 194:2395.
- [19] Simon R., Priefer U., Puhler A.A. *A broad host range mobilization system for in vivo genetic engineering: transposon mutagenesis in gramnegative bacteria* // *Biotechnology*. – 1983. – 1. – P. 784–791.
- [20] *State Register of pesticides and agrochemicals - 2015, approved for use in Ukraine* (started on 01.01.08 in compliance with the Cabinet of Ministers of Ukraine of 21.11.2007 N1328).
- [21] *The microorganisms - causative agents of plant diseases* / [Bilal V.I., Gvozdyak R.I., Skripal I.G., et al.]. - K.: Naukova Dumka, 1988. - 552 p.
- [22] *The protection of plants against diseases* / [V.A. Shkalikov, O.O. Beloshapkina, D.D. Boukreev et al.]; Ed. by V.A. Shkalikov. - [The second edition, revised and enlarged.]. - M .: Kolos, 2004. - 255 p.

- [23] Tuzimura K. *Difference in the rhizosphere effect on Rhizobium trifolii and Rh. meliloti between soils. Ecology of root nodule bacteria in soil* / K. Tuzimura, J. Watanabe // Soil Science and Plant Nutrition. – 1965. – V. 10. – № 3. – P. 134.
- [24] Vorobey V.S., Kovalevskaya T.N., *Formation and functioning of symbiotic systems galega east - Rhizobium galegae the first and second years of cultivation* // Feed and fodder. - 2008. Issue 63.- p.26- 34.
- [25] White P. F. *Effect of soil pH and texture on the growth and nodulation of lupine* / P. F. White, A. D. Robson // Australian Journal of Agricultural Research. – 1989. – V. 40. – № 1. – P. 63–73.
- [26] Yakovleva L.M., Patyka V.F., Sherbina T.N., Savenko E.A. *Species composition of pathogens of bacteriosis of horsetail (Equisetum arvense L.)* // Mikrobiol. Magazine - 2012. - 74. - №3. - p.29- 35.
- [27] Zaharova O., Melnychuk M.D., Dankevich L.A., Patyka V.P., *Bacterial diseases of oilseed rape* // Microbiological magazine - 2012.

Lyudmyla KIRILENKO, Antonina KALINICHENKO, Volodymyr PATYKA

INFLUENCE PLANT PATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI ON THE EFFICIENCY OF THE SYMBIOTIC SYSTEM RHIZOBIUM GALEGAE – *GALEGA ORIENTALIS* L

Summary:

The article highlights the impact of of phytopathogenic bacteria and fungi on the efficiency of the symbiotic system *Rhizobium Galegae* - galega (*Galega orientalis* L.). Established by us main bacterial pathogen galega - *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* is characterized. Basic properties and diseases that it can cause, as well as the peculiarities of these diseases is described. Bacteriological analysis of the affected of galega samples that collected in the Vinnytsia region is given. The isolates which have been allocated is characterized. Physiological and biochemical properties of bacterial pathogens galega shown. The most common fungal diseases of a eastern galega, which us determined, illustrated and described. The most common fungal diseases of a eastern galega, which by us determined, illustrated and described. Influence of the dominant of phytopathogenic bacteria and fungi of eastern galega on symbiotic system *Rhizobium galegae* - galega is described.

Lyudmyla KIRILENKO¹, Antonina KALINICHENKO², Volodymyr PATYKA¹

¹ Department of Phytopathogenic Bacteria, Institute of Microbiology and Virology NASU, Acad. Zabolotny 154, 03143 Kyiv, Ukraine, email: patykavolodymyr@gmail.com

² Opole University, ul. Dmowskiego 7-9, 45-365 Opole, Poland, phone +48 78 7321587

* Corresponding author: akalinichenko@uni.opole.pl

OPTIMIZATION OF THE ECOLOGICAL STATE AGROCENOSSES BIOLOGICALLY ACTIVE SOIL

Annotation:

It was made analysis of soil modern ecological state agriculturally used areas of state under using different levels of anthropogenic load. Proved, that optimize of the soils ecological state should be done by the natural biological potential of soil. The principles of organic farming contributing to environmental sustainability reproduction of soil through a balanced supply of nutrients to plants, optimizing the of the soil biological activity, preserving land and other natural resources.

In addressing environmental issues, creating sustainable development of agricultural production and generally agrosphere in our country acquires a special significance a sustainable use of biological soil quality, characterized by fertility, pest status, the impact on the environment, reproduction and stability in the interaction with the natural and social economic factors.

During a long intensive use of soil the organization and functioning of soil biota has been under impact of the complex of negative factors, particularly the spread of anthropogenic erosion, pesticide residues, which are found in 50-60% of samples of soil and 30-35% of samples of plants contamination with heavy metals, radionuclides. This resulted in a substantial depletion of soil biocenoses, minimizing and even the loss of its certain types of beneficial organisms. For stabilization of biological processes in agricultural landscapes and agroecosystems it is essential to monitor the biological condition of soil, which involves forecasting of the environmental strategy processes in the soil, determination biodiagnostic indicators for constructing models of sustainable agro-ecosystems and their formation.

But in solving environmental problems of land use it is impossible to achieve a complete elimination of anthropogenic pressure on land and soil today and in the near future. There is a need for establishing acceptable limits of human impacts on soil, including on soil biota, which is a leading factor in the formation of its fertility. Therefore, the ecological state of soils of agricultural lands of the country requires a comprehensive assessment of the different levels of anthropogenic load.

Measures aimed at using of natural biological potential of the soil, are the significant contribution to solving the problems of preservation of soil fertility in general and in the search for additional optimization of feeding sources of crops in particular. At the biologically active soils the crops are provided with a set of

typical botanical species of microorganisms, get nutritious feeding, and therefore realize their genetic potential for yield.

Thus, the optimization of the ecological state of soils should be done by increasing the activity of biotic component, and in these following areas:

- Comprehensive and systematic examination of biological quality of the soils of different climatic zones of Ukraine;
- Organization of agroecological and problem-oriented monitoring with biological binding component; development of scientific and methodological approaches to the organization and their practicing;
- Coordination of work on formation of information-analytical database on the state of soil biota in modern natural and agrocenoses for forecasting of the orientation processes of the soil formation and prevention of biodegradation in the soil;
- Versatile study of specific and functional biodiversity of the soil (not only limited to certain biotic group, for which methods of cultivation are currently developed);
- Regulatory support of monitoring of the level of permissible anthropogenic load on soil biological systems and development on its basis of the renewable agricultural technologies with maximum use of soil natural microbiological potential;
- Support of technical supply, which today must meet the requirements of modern research in molecular and genetic level;
- Organisation of information and advisory activities network for a wide industrial implementation of scientifically based ecologically stabilizing agricultural measures and innovations in this direction.

There is a growing attention to biologics in developed countries, due to the urgent need to obtain full and biologically safe food and biological recovery of agrocenoses. They are produced by all countries in the world - producers of grain (there are recorded over 300 biological remedies that produced by over 80 companies). Attention to biological products caused by the annual 15% growth of new synthetic organic products that continue to pollute agrocenosis, which greatly reduces their biological productivity. World practice of biologics takes into account two fundamental advantages: increasing plant productivity without the cost of non-renewable resources and lack of harmful emissions into the environment. Biologics are suitable for use at any stage of plant development, as well as during storage when the use of chemicals significantly limited by sanitary requirements.

According to the forecast of scientists around the effects of warming in the regions where they grow corn, will lead to a growing share of the dry summer to 80%. Under such conditions, there is a change of dominant crops and crop varieties, and change field parameters harm populations of existing traditional types of pathogens. Therefore there is a need to develop technologies with growing / crop varieties, along with the construction of agricultural crop protection and development of biologics and riststymulyuvalnyh given variable agro-climatic conditions for global warming. At the time of creation of biocontrol of agricultural pests crops, especially cereals and fruit; organization monitoring mycotoxin contaminated products.

Biological agents are a significant promise in the search for alternative methods of plant protection. According to the forecast, the global market for Biopesticides in 2020 will increase to 50% of total market of pesticides. In the US, according to the federal program the use of Biopesticides in 2010 will increase by 20-25%. But today the world's use of biologics is only 2% of total pesticide use, in Russia - 0.3%, in Ukraine - about 1% (although in some areas like Cherkasy region, in particular years, this figure increased to 30-40%).

Thus, microbial technologies are a priority for the development of the state agricultural sector. Among the priority tasks of modern strategy of biologics creation are:

- Nationwide determination of the need in biologics and their desired performance;
- Identification of biologics by clearly defined indicators that would provide an opportunity to assess each bioproduct and practical way to use it following the same parameters (cost of production, characteristics of potential and actual safety, compatibility with other bioproducts and pesticides in an integrated system of protection, cultivar and species specificity display of efficiency in different agricultural crops, the ability to reduce the rate of genetic variability of target pathogens, etc.);
- Development of specific criteria of bio-agents standardization in terms of genetic certification, biosafety in technology use, biochemical composition (now there is a growing interest among the farmers in independent development of soluble drugs from biocompost, so it is particularly important to determine the parameters of the biochemical composition of biological products, where the availability of proteins, carbohydrates, vitamins can be good and nutritious substrate for pathogenic organisms);
- The creation of biologics and technologies of their application on the basis of continuous monitoring of the soil microbiocenosis, vegetative plants and grains, which will allow to change quickly, adequately recipes of biologics and to define the chains of their application technologies;
- Development of technical regulations for applying Bio pesticides, biological control agents, biological products;
- Increasing of production and economic benefit through the combination with other bioproducts or new technologies (T-Tape system drip irrigation);
- Providing of multifunctional action of bio-agents, ie antypatohennoyi expansion of the bioproduct effect on a wide range of fungal pathogens, bacterial and viral diseases;
- Use protective biological products with added probiotics properties that will not only protect, but also improve the usefulness of biological crop production;
- Ensuring the ability of bio-agents not only to inhibit the target pathogens, but also to survive in stressful agro-climatic conditions;
- The creation of biological products that would feature detoxification of toxic metabolites of pathogens (it consumes 40% of a plant's energy);
- Organization of biological products use technology as an integral link in growing crops in ecologically sound farming systems, storage of grain and other food crops at all stages of the production cycle (potato tuber

treatment before storing reduces the development of microbial spoilage 3-4 times, carrots - 2-4 times depending on the variety, type of treatment and microorganism strain, provided that quality indicators of production are reserved - the reduced loss of vitamin C in the potato tubers, enhanced schedule nitrates).

The economic feasibility of using soil microorganisms is confirmed by the practice of agricultural production in many countries.

Ecologically sound farming systems are oriented on the cultivation of high-quality crop production without disturbing the ecological balance in agricultural landscapes, with maximum use of the biological potential of the soil. Moreover, in many regions of Ukraine there is a problem of children and diet food production. In connection with this the interest in solving the problems associated with the cultivation of environmentally friendly products has increased.

The basic principle of organic farming is to ensure soil fertility and reproduction by a balanced supply of nutrients to plants, optimizing the biological activity of the soil, preserving land and other natural resources needed to produce organic products.

Organic production in European countries is actively developing and gradually turns into an important factor in agricultural activities. Currently, the total area of agricultural land occupied by growing plants without the use of agrochemicals in the world is about 30.5 million hectares, in Europe - 7.6 million hectares. Over the last decade, the area of such lands in some European countries have doubled: in Denmark - from 5% to 10%, in Germany - from 4% to 7%. Currently, the capacity of the world market of environmentally friendly products according to various estimates is around 3.5 - 4.5 billion US Dollars. Organic farming has transferred from an amateur to a separate commercial area with multibillion turnovers, with significant support at the state level. However, Ukraine has significant potential for the production of organic agricultural products, the actual area that can be used for organic farming, according to preliminary estimates range from 4 to 8 million hectares; to acknowledge the products as organic products there must be a transitional phase up to 3 years, but according to the conclusion of the certification company Skal International Ukraine need not to adhere to such a long period of transition from conventional to organic farming systems, which greatly intensifies this process in the country; a demand for environmentally friendly products is growing, despite its high price (now Ukraine 3-5% of the population). There is every reason to believe that this trend in agriculture across numerous and diverse environmental concerns and desires of the population consume valuable products will be developed in Ukraine.

To increase productivity, ensuring crops mineral nutrients, to combat pests and weeds the active use of the effect of crop rotation, organic fertilizer (manure, compost, crop residues, green manures, etc.), different methods of cultivation, biological products and so on are proposed. The problem of shortage of nutrients in the organic farming is of fundamental importance. Disclaiming traditional types of fertilizers that allow you to get the highest return at the same time and simultaneously provide non-deficit balance of nutrients, leads to searching other ways to ensure the sustainability of soil fertility.

It is no less important is considered a creation of complex cultivation biotechnologies of high-performance crops that differ from the predecessors by higher degree of saturation with biological methods of improving soil fertility, a wide range of doses and ratios of the main nutrients in fertilizer system. Biologicals are an additional source of increasing soil fertility and crop yields, so you can reduce the rate of fertilization at 25-55% and replace up to 10-20 kg nitrogen (under favorable conditions, bacteria can satisfy biologicals plant in nitrogen, which is normally 20- 60 kg / ha).

According to the requirements of organic production for a positive impact on soils, biodiversity preservation, biotic intensification of soil it is essential to expand research in the direction of biological diagnostics of modern natural and agroecosystems, because soil organisms in particular are sensitive indicators of changes in groundwater regimes and the emergence of degradation processes in soils.

Thus, conservation and improvement of soil fertility is the key technology in implementing organic farming, which in turn is aimed at achieving environmental sustainability of modern agroecosystems. Measures that achieve this goal include:

- optimization of allocation of agricultural crops within each borders of each farm;
- effective use of available organic fertilizer resources (manure, peat and peat-humus compost, sapsopel organic waste processing of agricultural products, etc.);
- farming biologization advantage by expanding perennial grasses crops and implementation of the bacterial bioproducts, increasing green manure crop areas;
- restoration of planned chemical soil recreation using local deposits of limestone, chalk and marl;
- use of local raw materials to improve soil fertility (sapsopels, phosphates, zeolites, glauconite, fosfatshlak, defekat et al.);
- termination of the unreasonable expansion of areas under sunflower, which leads to further deterioration of the phytosanitary condition of the soil, through the introduction of alternative oilseed crops - soybean, rapeseed, mustard, flax oil, etc .;
- full implementation tillage, wide-tillage tools, technology of direct seeding minimization modes;
- contour area of land-use implementation that provides optimization of the natural environment in the catchment area, or ravine-beam system;
- bring water protection and field protection area of woodland to optimum;
- comprehensive restoration and maintenance of a unified system of tree-belt areas as an important means of stabilizing agricultural landscapes and consolidation of field boundaries (for conservation of the area eco-balance and improvement of productive farmland properties).

Now to address the lack of control over cultivation and for the purpose environmental condition evaluation of agricultural products it is possible to introduce the development of environmental passports for all producers that will be the basis for permitting the sale of products and pricing.

However, assessment of suitability of land and facilities provided by the certification bodies shall be made on the findings of the relevant scientific institutions. Therefore, the task of development of scientific bases for organic farming Ukraine is set before scientists. Works of identifying areas suitable for organic production requires a detailed study of soil and climatic conditions (soil fertility, signs of degradation, including chemical-related pollution by toxic elements, radionuclides, resistance to soil pollution, etc.), location industrial and other facilities that can be a source of contamination of agricultural land with harmful substances and others.

Thus, an important component of modern research should be soil-agrochemical and soil-environmental studies, including the following:

- Assessment, zoning and regulation of suitability of ground conditions for organic farming and gardening;
- To require the environmental conditions and soil fertility, where organic products are grown;
- Development of methods for integrated assessment of ecological status of objects of agricultural and forestry designation for their suitability for organic production;
- Assessment of natural sources of increasing soil fertility and the development of non-chemical (alternative) ways of their maintenance;
- The balance of biogenic nutrients in organic farming background (this issue is one of the most important, because the background of existing in Ukraine negative balance of main nutrients plants introduction of organic farming may worsen the situation);
- Modeling and forecast changes in the properties and soil fertility under different scenarios of organic farming.

These steps will contribute to creation of extremely necessary conditions for sustainable use, restoration and management of groundwater resources of the country without saving which the country's development is not possible.

References

- [1] Kennedy Ann. C., Gewin Virginia L. *Soil microbial diversity. Present and future considerations*. Разнообразие почвенных микроорганизмов: современные и будущие расчеты // Soil Sci. – 1997. –Vol. 162, № 9. – P. 607-617.
- [2] Chaussod R. *La quality biologique des soils: Evaluation et implications*. Биологическое качество почв: оценка и выводы // Etude et gest. soils. – 1996. Vol. 3, № 4. – P. 261-277.
- [3] Patyka V. P. *Scientific concept sustainable development aerosphere of Ukraine* // Agroecology journal. - 2002. - № 2. - P. 10-14.
- [4] Kadyrov M. A. *Selection of main agricultural crops in Belarus: state, problems and priorities* // Agriculture and protection of plants – 2005. - №1 (38). – P. 17-20.
- [5] Morgun V.V. *Physiology of plants in Ukraine at the turn of the millennium* // Scientific notes. Series: biology. Special no. "Physiology of plants", 2002. - № 3 (18). - P. 3-15.

- [6] Miroshnichenko N. M, Fadeev A.I., Samokhvalova V.L. *Threshold levels of toxic heavy metals for the agricultural crops* // Bulletin of Agricultural Science. - 2001. - №11. - P. 61-65.
- [7] Maklyuk O.I. *Optimization of the soil biological condition // Strategy of sustainable using, restoration and management of Ukraine soil resources*. Edited by the S.A. Balyuk, V.V. Medvedev - Kyiv, Agricultural science - 2012, p. 111-115.
- [8] *Microbial Biotechnology in the Agriculture* / V.V. Smirnov, V.P. Patyka, V.S. Podgorsky, G.A Iutynska // Agroecology magazine. - 2002. - № 3 - C 3 - 9.
- [9] *Microbial preparations in agriculture. Theory and Practice.* / [V.V. Volkogon A.V., Nadkernichna, T.N. Kovalevskaya et al.]; Edited by the V.V Volkogon. - Kyiv.: Agricultural Science. - 2006. - 312 p.
- [10] Maklyuk O.I *Organic farming in Ukraine: international experience, problems and prospects* / O.I. Maklyuk // Agrochemistry and soil science. - 2014 - Spec. Issue IX for Congress UTGA (June 30 - July 4, 2014, Mykolayiv). - Book. first. - P. 75 - 86.

Відомості про автора:

1. Маклюк Олена Іванівна, к.б.н., с.н.с., завідувач лабораторії мікробіології ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна
1. Maklyuk Olena, PhD, Senior Researcher, Head of the Laboratory of the Microbiology of soil, National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

MATHEMATICAL MODEL OF MICROCLIMATIC PECULIARITIES IN TEMPERATURE CONDITIONS

Statement of the problem in general aspect and its connection with important scientific tasks

Climatic change is one of the most significant problems in the sphere of environment protection and balanced nature use. Climatic change is concerned with increase of technogenic factors influence cause the breach of natural balance in the whole climatic system. Hence the changes of meteorological quantities and the increase of atmospheric phenomena recurrence take place. Owing to global climatic changes an environment protection is examined both on the national and international levels. The results of instrumental meteorological observations testify to climatic change. These changes are followed by negative consequences both for economy and the whole mankind [1,2]. Natural fluctuations of climate, its changes under the influence of heat effect gain strength by anthropogenous activities of human. According to the estimates of Intergovernmental climate change experts group any climatic change is the result of natural changeableness and anthropogenous activities of human [3-5]. An absolute necessity to estimate climatic changes on the territory of Ukraine arouse. It is connected with the fact that the peculiarities of transformation in climatic field of air temperature near the soil surface during the last century are known [6]. Modern researches testify to the variety of characteristic fluctuation in climatic system which combines atmosphere, hydrosphere, cryosphere, biosphere. Complication of connections in climatic system, change of its components cause climatic change on the Earth. Heat condition of atmosphere is characterized by thermal conditions of active atmospheric layer and is expressed interacting with an ocean and waterless valley [1,4,5,7]. It has been ascertained that the global air temperature near the soil surface raised at $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ during the XX century. Rise in temperature was the most substantial during the last 1000 year, and the recent years were the warmest ones [1].

On the territory of Ukraine the heat distribution is stipulated by geographical position, radiation balance, atmospheric circulation in the close interaction with a covering surface. The influence of physical and geographical factors is not equivalent. It causes the variety of temperature contrasts. On the example of instrumental meteorological observations which were carried out at the meteorological stations (MS) in Kharkiv and Rogan (the experimental field of

KhNAU) the peculiarities of the temperature conditions are considered under the conditions of global and regional climatic changes.

Analysis of the latest researches and publications

Many scientists study climatic problems [8-12]. M.I. Shcherban, O.V. Shakhnovich, A.O. Wilkinson began microclimatic researches in the 50-s, [13,14]. G.P. Dubinskiy and A.D. Babich researched the microclimate of irrigated fields. The peculiarities of regional climatology and separate zones and areas in Ukraine were studied by Y.A. Burman, O.M. Rayevskiy, K.V. Golub, I.I. Kalinina, L.K. Smekalova, O.O. Vrublevskaia, I.K. Polovko, V.P. Popov, M.I. Shcherban, V.I. Romushkevich, P.I. Kolesnik, P.I. Kobzisty, G.D. Protsenko and others studied some questions of climatic changes in separate regions [1].

The Climatic peculiarities of Kharkiv are formed in the result of microclimatic processes which arise in the natural and anthropologically changed landscapes. They interact with each other constantly. The differences of weather conditions in urban and rural areas are stipulated by the nature of covering surface and its heterogeneity chiefly. It gives an opportunity to show microclimatic heterogeneity of covering surface – relief, roughness of urban areas with the higher level of air pollution, forest, rivers, forest shelter – belts agricultural field, etc. Microclimatic peculiarities of meteorological quantities and urban building were examined in the works of scientists [15,16] anthropogenous influence of urban areas on microclimate formation is conditioned by industrial production work of transport, thermoelectric power stations. Quantitative active indices of meteorological quantities depend on gaseous and aerosol emissions into the atmosphere an urban area has an influence on microclimate by means of change in the covering surface and pollution of atmospheric layer near the soil surface. So, in the work [17] it was noted that the difference between an urban air temperature and rural one depended on the amount of population when the weather is quiet and cloudless. It is asserted that this aspect is typical for many European and American urban areas and even for small villages where the population is 1000 inhabitants. The diversity of covering surface is inevitable to cause the change of turbulence characteristics, direction and speed of wind. It means changes in water and thermal balance of an urban area. Roughness of covering surface, convection intensity, crystallization nuclei have an essential influence on cloudiness formation. Some specific conditions for solar radiation, temperature rate formation, air humidity, rainfall conditions come into existence in an urban area. Studying climate of big urban areas the scientists prepared climatological characteristic of main Ukrainian urban areas during 80-90-s. So, in the work [18] the microclimate of Kharkiv was researched. It should be noted that the present territory experienced an anthropogenous load. Positive and negative consequences of «a heat island» were described in works [15,16]. Under the conditions of the present climate the dates concerning steady change of air temperature through 0, 5, 10, 15 °C in spring and autumn, dates of climatic seasons change their duration, heating seasons period etc. [19,20] have changed considerably.

The aim of the given research is the analysis of changes in the average annual air temperature at MS Kharkiv and Rogan (the experimental field of

KhNAU) during the observation period from 1968 to 2012. During the research, the method of moving average, correlation and regression analysis, graphical and mapping methods were used. Space and time variability of the average annual air temperature was revealed with their help.

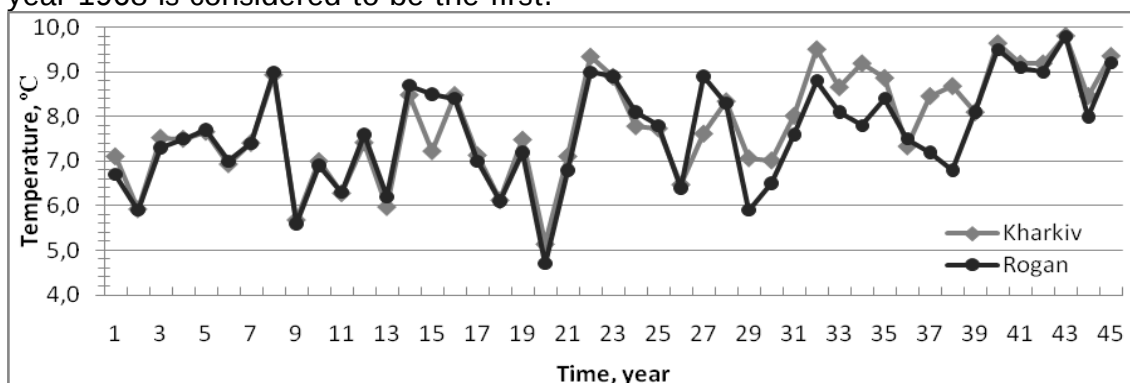
The results of the research

The time rows of the air temperatures for the period from 1968 to 2012 were analyzed to establish the dynamics of the average annual air temperature at MS Kharkiv and Rogan (the experimental field of KhNAU). The average annual air temperature at MS Kharkiv and Rogan (the experimental field of KhNAU) are given in Table 1.

Table 1. Average Annual Air Temperature, °C MS Kharkiv and MS Rogan

Year	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
T, °C, Kharkiv	7,1	5,9	7,5	7,5	7,7	6,9	7,4	8,9	5,7
T, °C, Rogan	6,7	5,9	7,3	7,5	7,7	7,0	7,4	9,0	5,6
Year	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
T, °C, Kharkiv	7,0	6,3	7,4	6,0	8,5	7,2	8,5	7,1	6,5
T, °C, Rogan	6,9	6,3	7,6	6,2	8,7	8,5	8,4	7,0	6,1
Year	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
T, °C, Kharkiv	7,5	5,1	7,1	9,3	8,9	7,8	7,7	6,5	7,6
T, °C, Rogan	7,2	4,7	6,8	9,0	8,9	8,1	7,8	6,4	8,9
Year	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
T, °C, Kharkiv	8,3	7,1	7,0	8,0	9,5	8,7	9,2	8,9	7,3
T, °C, Rogan	8,3	5,9	6,5	7,6	8,8	8,1	7,8	8,4	7,5
Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
T, °C, Kharkiv	8,5	8,7	8,1	9,6	9,2	9,2	9,8	8,5	9,4
T, °C, Rogan	7,2	6,8	8,1	9,5	9,1	9,0	9,8	8,0	9,2

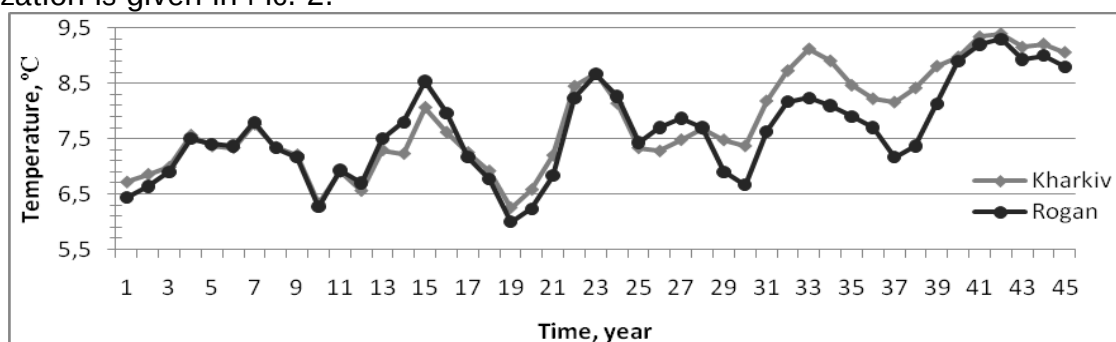
The distribution of the average annual air temperature at MS Kharkiv and MS Rogan (the experimental field of KhNAU) is given in Picture 1 where the year 1968 is considered to be the first.



Pic. 1. Dynamics of Average Annual Air Temperature at MS Kharkiv and Rogan (the experimental field of KhNAU).

The equalization of the results by the method of moving average was made to simplify the further calculations that allowed to get rid of random fluctua-

tions. The changes of the average annual air temperature for the period from 1968 to 2012 were revealed. The average annual air temperature after equalization is given in Pic. 2.



Pic. 2. Dynamics of Average Annual Air Temperature after equalization at MS Kharkiv and Rogan (the experimental field of KhNAU).

The tendency of the average annual air temperature increase at meteorological stations Kharkiv and Rogan (the experimental field of KhNAU) is obvious in Pic. 2. The further assessment of the climate trends was carried out by the methods of correlation and regression analyzes. The correlation coefficients for the average annual temperatures after equalization were found. So, for Kharkiv the correlation coefficients are

$$r_{Kh} = 0,786 \quad (1)$$

and for Rogan (the experimental field of KhNAU) correspondently

$$r_R = 0,617 \quad (2)$$

Testing the significance of the correlation coefficients was carried out using t – the criteria of Student. Assuming that the null hypothesis H_0 equality to zero of correlation coefficient $r = 0$, and the alternative H_1 - inequality to zero $r \neq 0$, the criterion value for Kharkiv City was received $t_{Kh} = 8,34$, for Rogan (the experimental field of KhNAU) $t_R = 5,14$. By the significance level $\alpha = 0,95$ the critical value of the criterion is $t_{cr} = 2,014$. Thus, in both cases, there is reason to reject the null hypothesis and accept the alternative one. The presence of the average annual temperature dependence by the time is proved. The equation of a straight regression line was recorded to find the analytical expression. So for MS Kharkiv it takes the following form:

$$x = 0,053t + 6,590 \quad (3)$$

for MS Rogan correspondently (the experimental field of KhNAU):

$$x = 0,039t + 6,726 \quad (4)$$

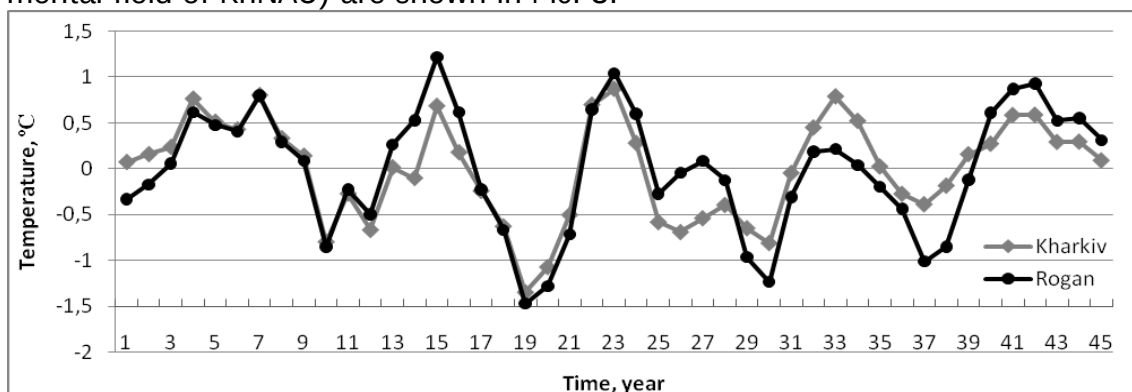
where – the appropriate average annual temperature, $^{\circ}\text{C}$; t – time, year.

In formulas (3) and (4) the coefficients show that on average per year during 45 years of observations, the average annual temperature increased in Kharkiv City on $0,053^{\circ}\text{C}$, and in suburban area Rogan (the experimental field of KhNAU) on $0,039^{\circ}\text{C}$. Overall, during the period of the instrumental observations

from 1968 to 2012 the average annual temperature increased on 2,39°C for Kharkiv City and on 1,78°C for Rogan (the experimental field of KhNAU).

The calculations indicate the existence of a "heat island", in which there is an increase of the temperature background in the city compared to the suburban area. So the city warms more and cools more slowly, giving heat. Great heat capacity of the building materials, the dark asphalt of the city significantly influence the surface albedo, change thermal storage. Changing of the temperature in Kharkiv City corresponds to the general laws inherent for a temperate climate.

The deviation values calculated from the regression equation from the measured average annual temperatures were analyzed during the research. The dynamics of the given deviations on MS Kharkiv and MS Rogan (the experimental field of KhNAU) are shown in Pic. 3.



Pic. 3. Dynamics of Deviations of Average Annual Air Temperature from Straight Line of Regression at MS Kharkiv and MS Rogan (the experimental field of KhNAU).

The dynamics of changes in the annual air temperature repeats periodic fluctuations. Therefore the approximation of the above mentioned deviations by the method of the least squares was carried out. The trigonometric function was chosen as the unknown quantity

$$\Delta x = a \sin \omega t + b \cos \omega t \quad (5)$$

where Δx – the deviations of the average annual air temperature from the straight line of regression, ω – the cyclic frequency, T – the period of fluctuations, a and b – the constant coefficients, t – time in years, where the year 1968 is considered to be the first.

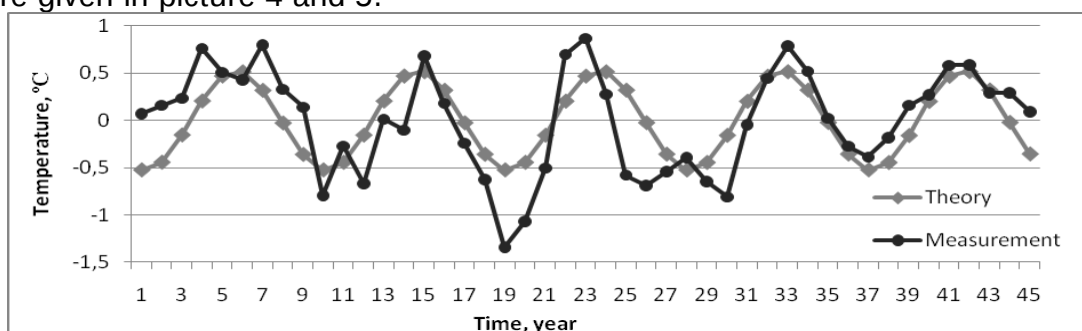
The studies show that the deviation of the average annual temperature from the straight regression line describes the fluctuations with a period $T = 9$ years to the best advantage, and the coefficients of the function (5) in this case are as follows: for Kharkiv

$$\Delta x = -0,388 \sin 0,698t - 0,363 \cos 0,698t \quad (6)$$

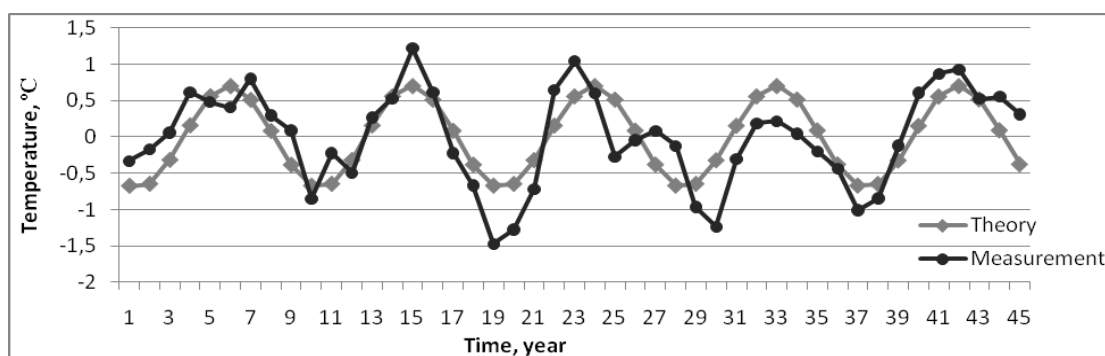
for Rogan (KhNAU experimental field)

$$\Delta x = -0,589 \sin 0,698t - 0,387 \cos 0,698t \quad (7)$$

The diagrams for theoretical meanings of the deflections of an average annual air temperature from the measured and calculated ones with the help of the formulae (6) for MS Kharkiv (7), for MS Rogan (KhNAU experimental field) are given in picture 4 and 5.



Pic.4 The dynamics of the deflections of an average annual air temperature from the regression straight line for MS Kharkiv.



Pic.5. The dynamics of the deflections of an average annual air temperature from the regression straight line for MS Rogan (KhNAU experimental field).

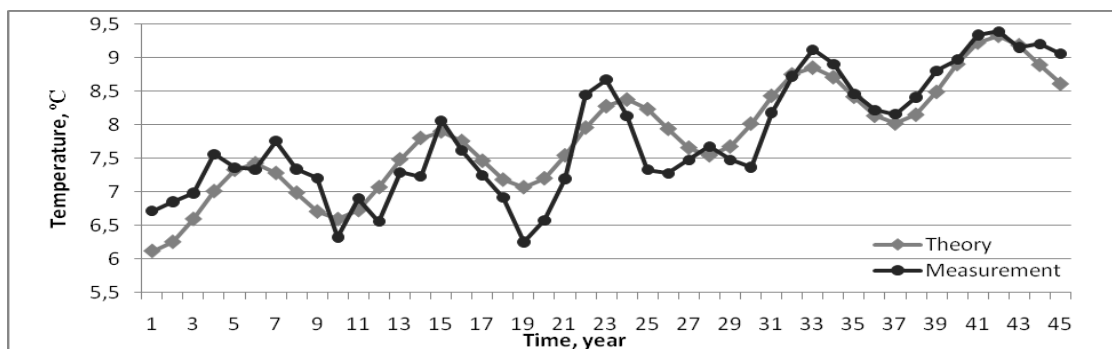
Combining the formulae (3) and (6) as well as (4) and (7) we get accordingly for MS Kharkiv

$$x = 0,053t + 6,590 - 0,388\sin 0,698t - 0,363\cos 0,698t \quad (8)$$

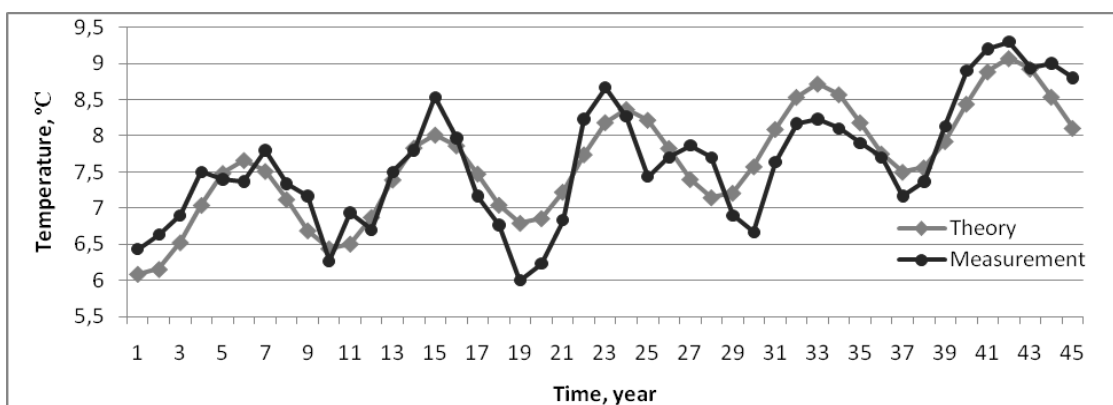
for MS Rogan (KhNAU experimental field)

$$x = 0,039t + 6,726 - 0,589\sin 0,698t - 0,387\cos 0,698t \quad (9)$$

It should be noted that the oscillation amplitude for Kharkiv is 0.531°C and for Rogan it's 0.705°C . We can observe faster rise of the air temperature in the city than in the country but it fluctuates less from the average meaning. In the Picture 6 and 7 the comparative meanings of the theoretical average annual air temperature are presented which are calculated according to the formula (8) and (9) and measured for MS Kharkiv and Rogan (KhNAU experimental field). In most cases i.e. in the winter, spring and at the beginning of summer the temperature rise is observed in some regions of Kharkiv in comparison with Rogan countryside territory.



Pic.6. The comparison of the theoretical average annual air temperature with the measured one for MS Kharkiv.



Pic.7. The comparison of the theoretical average annual air temperature with the measured one for MS Rogan (KhNAU experimental field).

The calculating of the active temperature sum in the region proves the tendency of the air temperature rise. The sum of temperatures tells about the providing the territory with warmth and has biological and physical sense. Besides the sums of temperatures is used to express the need of agricultural crops for warmth. It is also used for the forecast of plant diseases and pests. Thus the meanings of the sum of the air temperature have risen up to 3000°C and higher and this hastens the behavior of the plant phonological phases.

Conclusions

The thermal state of the atmosphere is one of the climatic system components which is characterized by the temperature rate. So at the meteorological stations of Kharkiv and Rogan (KhNAU experimental field) the rise of average annual air temperature is observed. The most significant air temperature changes happen in winter and spring seasons and one should take it into consideration while doing any kind of agricultural or agro-technical work.

The rise of average annual air temperature in the city of Kharkiv is connected with the tendency of the rise of anthropogenic effect on the natural environment. The effect of the city on the formation of the temperature rate is conditioned by the change of the underlying surface. The additional discharge of heat from transport and industry should be also taken into consideration. The size of the "heat island" may change under the influence of weather con-

ditions. The largest effect is revealed in the conditions of anticyclone type of weather. The local conditions (relief, the type of underlying surface) influence considerably the specific features of air temperature formation over the city. Microclimatic features of the city and industrial regions should be taken into account to use the nature rationally. It is determined that the average annual temperature in the city of Kharkiv has gone up 0.053°C for the last 45 years and in the country, on the territory of Rogan (KhNAU experimental field), it has gone up 0.039°C . On the whole for the period of the tool observation from 1968 till 2012 the average air temperature in the city of Kharkiv has gone up 2.39°C and 1.78°C in Rogan (KhNAU experimental field).

The researches held prove the existence of the "heat island" where the rise of the temperature background in the city is observed in comparison with the country side territory. The consistent air temperature rise, long lack of rains, low air humidity, dry winds, atmospheric and soil drought induce scientists and specialists in agriculture to develop the system of agro-technical and land improvement measures directed to the crop and varieties choice, explanation of agro- and phyto- technologies and introducing irrigated farming.

References

- [1] Budyko M.I. *A climate in the past and future* / M.I. Budyko. – Leningrad.: Gidrometeoizdat, 1980. – 351p.
- [2] Budyko M.I. *A climate and a life*. / M.I. Budyko. - Leningrad. : Gidrometeoizdat, 1971. - 472 p.
- [3] Lipinsky V.M., *A climate of the Ukraine IV*. M. Lipinsky, V.A.Djachuk, V.M. Babichenko – Kyiv: Raevsry publishing house, 2003. – 343 p.
- [4] Loginov V. F. *Global and regional climate changes and their demonstrative base* / V.F. Loginov//Global and regional changes. – Kyiv, 2011. - P. 23-37.
- [5] Loginov V. F. *Radiating factors and demonstrative base of modern changes of a climate*. - Minsk, 2012. - 266 p.
- [6] Voloshchuk V. M, Boychenko S.G. *Reaction of a seasonal course of ground temperature of Ukraine to global warming of a climate II* The reports of National Academy of Sciences of Ukraine. –K.: 1997. - №9. - P. 113- 118.
- [7] Silver J. *Global warming* / J. Silver. - Moscow, 2009. – 365p.
- [8] Peng Li. *Climate warming due to increasing atmospheric CO₂: simulations with a multilayer coupled atmosphere-ocean seasonal energy balance model* Li Peng, Ming-Dah - Chou, A. Arking//J. Geophys. Res. - 1987. - Vol. 92. - P. 5505-5521.
- [9] Ramage C.S. *Secular change in reported surface wind speed over the Ocean* C. S. Ramage//J. Clim. Appl. Meteorol. - 1987. - V. 26. - P. 525-528.
- [10] Roemmich D. *135 years of global ocean warming between the Challenger Expedition and the Argo Program* Dean, Roemmich, W. John, Gould, John, Gilson//Nature Climate Change, 2, 425-428. - 2012.(Doi: 10.1038 / nclimate 1461).
- [11] Tollefson J. *The case of the missing heat* [Text] / J. Tollefson//Nature. 2014.- Vol. 505. - P. 276-278.

- [12] Wigley T. *Analytical solution for the effect of increasing CO₂ on global mean temperature* [Text] / T. M. L. Wigley, M.E. Schlesinger//Nature.1985. - Vol. 315. - P. 649-652.
- [13] Shcherban M. *Microclimatology*.-Kyiv: Vyscha shkola, 1985.-222p.
- [14] Shahnovich A.V. *Microclimatic territory estimation at some types the weather*// Works of Ukraine scientific and research gidrometeorological institute. - 1964.- V.45. - p.83-96.
- [15] Ivanov S.V. *Albedo role in formation of city heat island* / S.V. Ivanov, O.R. Dranicher// The bulletin of Odessa state ecology university. –O: 2013.-V. 15 - P. 79-88.
- [16] Shevchenko O.G. *Temperature anomalies of great city*. O.G. Shevchenko, S.I. Snigko, E.V. Samchuk//Ukraine gidrometeorology magazine - 2011. - №8 - p.67 - 73.
- [17] Oke T.R. *Climate of an interface*. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982. - 358 p.
- [18] Babichenko V.M. *Climate of Kharkov* / V.M. Babichenko. - Leningrad. : Gidrometeoizdat, 1983. - 216 p.
- [19] Babichenko V.M. *Springtime coming (transition of mean daily air temperature values over 0°C) in Ukraine under conditions of modern climate*/V. Babichenko, N. Nikolaeva, S. Rudishina, L. Guschina//Ukraine geographic magazine - 2009. - №9. - p. 25 - 35.
- [20] Zatula V. *Zatula D. Newnot interpolation polynomials application for calculation of average dates of air temperature transition through determined levels in Ukraine*/V.I. Zatula, D.V.Zatula// Ukraine gidrometeorology magazine. - 2011. - №8. - P. 60-66.
- [21] Reshetchenko S.I. *Change of a temperature mode in territory of the Kharkov region* / S.I. Reshetchenko, T.G. Tkachenko, O.G. Lisenko// V. N. Karazin Kharkiv National University bulletin, V. 43, Geology, Geography, Economic - 2015. - p. 153 - 159.

D.I. Maslennikov,

candidate of physical and mathematical sciences, an assistant professor Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

e-mail: d-masl@mail.ru

T.G. Tkachenko,

candidate of geographical sciences, an assistant professor Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

e-mail: ttg298@yandex.ua

J.Gajda, PhD,

Independent Department of Process Engineering, University of Opole

ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE SOCIETY IN THE FUTURE - REALITY AND PROSPECTS

Modern society is undergoing noosphere environmental crisis that can have global and catastrophic consequences. Noosphere is mortal like all living organisms, and a man with the latest technologies, economic, social, psychological characteristics is only a tool for the implementation of a cycle birth - growth - aging - death noosphere [6].

Negative changes in the environment, biosphere pollution, global climate changes, unceasing depletion of non-renewable natural resources, loss of biodiversity, extinction of many species and ecosystems, deforestation, soil degradation, desertification, decreasing food production occurs at a rate that have not observed yet.

It gradually increases the understanding of destroying the environment and human society destroys its own future on all continents of the Earth, in all countries. Is there a way out? How do we create an environmentally sustainable society? What is the concept of "sustainable development"? From the English language the "sustainable development" means several related definitions as "acceptable", "non-renewable resources", "balanced", "sustainable", "stable" and so on. Another word, the development does not cause irreversible changes in the conditions of existence and non-renewable resources do not use for proper living of future generations.

Now widely used term is "environmentally sustainable" and "environmentally balanced development". It means strong unity environmental and economic conditions of society need to ensure the stability of the human being in order to provide keeping stable economic dynamics of society and acceptable life quality of the majority population [2].

Sustainable development is the formation and development of social relations in which the environmental impact remains within the economic capacity of the environment, preserves the natural basis not only to create the economic basis favorable to life, but the optimal conditions for the existence of all biodiversity. The concept of sustainable development is an example of systematic recognizing present and future problems of humanity, constructive prediction of new technologies and forms of large and small societies.

For the first time the transition to sustainable development has been proclaimed by the UN Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 1992), where representatives of 179 countries in the world have defined it in "Agenda XXI" as the strategy of the existence of our planet. It sets out the

basic principles governing the right of all peoples to development and their responsibilities to preserve optimal living environment.

The designing of the environmentally sustainable future requires some models of the future. If you do not use the minerals as an energy source, what can replace them? How to feed a growing world population? If today's use of wealth leads to environmental pollution, reduction of natural resources, so how can we satisfy our starving requirements? In general, if our current path is so obviously dark, what model of the future can be a humanity guide towards society that won't be self-destructive?

There is no model of sustainable society among existing states nowadays. The new society should correspond to certain criteria that based on the accumulated experience, but it must be fundamentally different from modern society and succeeds it.

Environmentally sustainable society is a society that consciously and optimally satisfies its needs and does not compromise the interests of future generations and the biosphere as a whole [3].

From this definition follows the responsibility of each generation to ensure the subsequent generation with natural and economic resources. Modern society is constantly violates the principle of balance between the generations, so radical changes should be implemented immediately. It is believed to have done in 40 years by 2055.

Obviously, food production depends on the economy which is negatively affecting on the environment and causing global climate changes. This economy cannot be sustained. It is known that the climate stabilization largely depends on reducing carbon emissions to two billion tons a year, that is $\frac{1}{3}$ the current volume. Due to population growth, in 2030 the atmosphere should get no more than $\frac{1}{8}$ of the carbon mass attributable to a European early twenty-first century. Therefore, the world economy should not use as fuel: coal, natural gas, ore before 2030 [1].

Using nuclear and solar energy is known as the basis of the global economy in the future. It is likely that the society will be abandoned the using of nuclear energy because of many economic, social and environmental reasons.

Any commercial or military technologies are designed to release nuclear energy and will be always a risk to human life and health. Each nuclear reactor annually produces tons of radioactive waste; some of them are harmful for over 500,000 years. What the moral right do we have to leave such legacy to future generations?

The greatest danger is nuclear weapon therefore the nuclear disarmament is the first and the most important task today and it should be given absolute priority.

Economic progress doesn't justify the accumulation of vast amounts of highly radioactive material that cannot be neutralize and is unpredictable threat to all living organisms within historical or even geological epochs.

What are the benefits of economic progress, if the Earth is contaminated with substances that kill our children and grandchildren? In fact, whether have we the wisdom needed for the safe handling of nuclear energy? If not (remember the Chernobyl accident) whether are we preparing a planetary catastrophe in case of continuation the use of this energy? Overall, nuclear power engine-

ering is far from cheapness, while the hidden cost of our well-being is immeasurable [4].

In the future, humanity will use a variety of systems to use solar energy.

The direct use of solar energy will underpin sustainable global energy system in the future. Solar energy is always in excess, more accessible than any restorative or fossil energy source. Solar panels on rooftops will be an integral part of the future architecture. Solar powers in deserts will become major exporters of electricity with the development of technology. Perhaps they will produce hydrogen fuel for use in cars.

Photovoltaic solar cells relate to semiconductor technology, which involves the processing of sunlight directly into electricity without using mechanical processes used in solar stations.

Photovoltaic coating for roofs have already been developed. The biggest advantage is their versatility.

The use of photovoltaic cells is a step toward a solar revolution; their modernization can provide electrification of rural areas of the Third World.

Solar energy is multifaceted in nature. Depending on climatic and environmental conditions in each region can be combined using energy. So, Northern Europe could use wind and water power, while countries in South and Central Europe, Africa, the Middle East, Asia can directly use the energy of sunlight. Along with solar energy, most countries can use as a fuel, wood waste and agricultural sector.

Wind energy is derived from solar energy, which is formed due to use heating of different layers of the atmosphere of the planet. Wind turbines will significantly increase the use of wind resources.

Hydropower, energy of tidal and ebb, remains an important source of energy. Hydro-power plant currently produces nearly 1/5 of total world electricity. Hydropower is likely to be developed in the Third World, where its potential has not realized yet.

The use of geothermal energy is very promising. This is the only renewable energy that does not depend on the sun.

Another promising way of obtaining energy will be bioenergy, including photosynthesis. Green plant is one of the most effective means of storing solar energy. We can not only burn the biomass but convert to other forms of energy due to bioconversion. Biofuel production can be achieved at the expense of areas that are not unsuitable for agricultural production [1, 5].

Thus, world energy system will not resemble the present in the near future. Additional measures allow using of fossil fuels and will improve cities, transportation systems and industrial facilities. Most of the technology needed to implement in practice, has developed and is cost effective, and latest technology will be implemented soon.

By 2050, it is realistic to increase automobile fuel economy doubled, tripled lighting efficiency and reduce by 75% the cost of heating. Modern world are based on cars and road transport there was only the last few decades, but all it is clear that the car was not a positive step in the social evolution of man. For example, in the US under roads, parking place, etc. used more land than for building housing. Americans spend in traffic jams one billion hours annually due

to burning of 8 billion liters of gasoline. At present transport system must change fundamentally, public transport should replace personal.

Cars, of course, will be in use for many years, but their importance will be gradually reducing. In particular, the number of cars will decrease significantly; in the cities will stay only electric cars and those who work for "hydrogen" fuel. Ratio car: bicycle can be 10:1. Now in Denmark over 35% of all trips carried out by bicycle.

Development of telecommunications will also help to save on transport. The current demand in numerous business trips, traveling from place to place will be changed by the use of electronic communications.

The property rights will be protected from the weather by the upgraded insulation, which dramatically reduce the cost of heating and air conditioning. Rationally designed building, designed for passive solar energy can reduce energy consumption by 85%. The source of artificial lighting will be halogen, fluorescent lamps, which consume significantly less power [4].

The industry also will be formed depending on the improvement of energy efficiency, based on the use of resource-saving technologies. Materials, such as aluminum, will be used in rare cases. They will be replaced by a less energy intensive, particularly synthetic materials.

Unfortunately, the issue of energy efficiency has not yet become a major in the field of environmental policy, although it is able to solve many environmental problems, while not slowing with economic development. Energy efficiency will make it possible to preserve important natural resources and at the same time provide the population with necessary energy.

Secondary resources have become the main raw material for the industry in the future.

Industrial production will be mainly use due to the already existing resources and fossil raw materials will be necessary only if the replenishment of losses in industrial processes.

The first priority will be avoiding the use of materials, without which we can do. The next challenge is recycling, processing of secondary resources to produce new and other products, and then burning dangerous secondary resources for energy and, finally, disposal.

In future effective economic model, reducing hazardous waste and secondary resources industry significantly replace the waste management system. Currently, most of the material (about 2/3 of aluminum, 3/4 of steel, paper and more plastic) is thrown after a single use. However, for melting aluminum scrap required 20 times less energy than smelting of bauxite ore; for molten steel savings of 2/3, while saving melting glass is 1/3 of the energy needed to produce the product. The melting of the aluminum cans saves energy equal to 2 liters of gasoline. Manufacturing of paper from waste paper requires 30-60% less energy than production from cellulose [3].

International cooperation in science and technology should show us that in the future of the economy, the transition from inefficient use of materials for sustainable, develop high waste technologies that provide only emissions into the environment friendly products and closed production cycle. Waste technologies should be unquestioned rule. The global biotechnological industry will

provide a variety of techniques needed for environmentally sustainable development [7].

Computer and telecommunication technologies greatly enhance the ability of the Environment. Nanotechnology, miniaturization, microprocessors, computerized engineering design and management systems will improve efficiency and reduce raw materials as waste and shortage of natural resources.

Progress towards the sustainable society cannot take place without the transformation of individual priorities and values. Modern society follows the ideology based on consumption is a main criterion of prosperity. Personal success is usually measured by the number of accumulated wealth and social progress of any country is the growth of gross national product. It should be understood until the measure of human well-being is the gross national product, obstacles to build a sustainable society is unvoiced. The market recognizes only efficiency; it has no sense organs that would be able to recognize the justice and stability.

Constantly growth consumption is clearly incompatible with sustainable society.

Everyone has seen that people the last two generations that survived two world wars, spent more resources than any previous generation of all known civilizations on the planet. As a result of the depletion of natural resources, materialism simply can not survive the transition to a sustainable world. From an environmental point of view continued frantic pursuit of profits will lead to economic collapse. Therefore, as the growing understanding of the need to move to a more modest, less costly lifestyle, have become unfashionable expensive clothes, the more expensive cars or yachts. However, such a soul-searching may be the most difficult, because the consumer's psychology are now deeply permeates society, regardless of political orientation of different countries. Thus the potential benefit of a transition is just invaluable. After all, when increasing personal and social well-being is no longer a priority, the existing gap between the poor and the rich will disappear gradually, so that the majority of social upheaval steps back into the past.

Probably also ideological barriers disappear, if humanity will share a common view to achieve sustainable development, which requires the recognition of universal values such as democracy, freedom of creativity, respect for human rights and recognition of diversity. The current military spending close to \$ 1 trillion annually. Global spending on armaments will be reduced dramatically when people realize that the threat to the environment far outstrips military threat.

In the Third National Congress on Bioethics (Kyiv, 2007), has repeatedly stressed that the basis of preserving all life has become a new ethics that define the rules of conduct in the noosphere. The main demands are over the humanistic goals should take preference over research, economic, commercial, consumer. The tool of new ethics is neither restrictive no the formation of a new relationship to nature, personal and social responsibility for the biosphere. Distribution of ethics laws is becoming the chance of evolution of the relationship between man and the environment and it is necessary for environment. Ethics laws change of Homo sapiens' role as an ordinary member in place of nature conqueror. This status implies respectful attitude towards society and

each of its members, including representatives of flora and fauna. We all, regardless of class affiliation, religion or political orientation, as members of a species, we must work harmoniously to achieve a common goal - to survive in this highly changing world [2].

Current measures in protecting the environment do not give positive results, since the principle of nature protection does not correspond to understanding of the Earth. We use natural resources not properly, because we treat them as a commodity that belongs to us. If we consider the Earth as part of the society to which we all belong, we may begin to use it with love and respect. Only in this case the nature survives under the scientific and technological progress, and we will be able to use its achievement wisely. Even a little neglect of wealth abundance cannot be encouraged. The main objective should be achieving maximum prosperity for the minimum consumption [4].

Everyone should really understand that he is a resident of the Earth and should think and do, not only in terms of individual, family or genus, states or their union, but the integral planetary scale. This planet is our home. We live here a long time. All of us are the interweaving of an ancient life on our planet that will never disappear completely. Although no one knows exactly how many species of plants and animals have been lost in the last decade, still leading biologists projected for the near future may disappear 1/5 of all existing species. Since man is the only creature of evolution that able to make informed decisions based on logic or emotions and influence the implementation of these decisions, we must prevent the disappearance of other species in the biosphere.

We granted memory, we enriched intelligence, possess skilled hands. Man in harmony with the Earth, in constant cognition of nature, has lived for thousands of millions of years and acquired knowledge is not lost in vain. Gradually, over a long enough time, we knew the benefits of public life and unity. We can cognize the great wisdom about the relationship with the environment and when our awareness of "who we are?" filled with new content, a new era will come and survive.

We must remember that we are and who were. We are a piece of the Earth, it's time to mention it, rely on our knowledge, feel our unity with all existent, be able to discover new ways, to not quench the fire, to heart beating never ends, to continuing the eternal dance of life...

References:

- [1] Furdychko O.E., *Agroecology*, Kyiv, Agricultural science, 2014. – 400 p.
- [2] Musienko M.M., Serebriakov V.V. *Ecology. Conservation*. Dictionary-Directory, Kyiv, Znannia, 2007. – 624 p.
- [3] Musienko M.M., Serebriakov V.V., Braion O.V. *Ecology. Conservation*, Kyiv, Znannia, 2002. – 550 p.
- [4] Musienko M.M., Voitsekhivska O.V., *General ecology*. Textbook, Kyiv, Stal, 2010. – 395 p.
- [5] Schulze E., Beck E., Muller-Hohenstein, *Plant Ecology*, Berlin, Springer, 2005. – 765 p.
- [6] *Selected scientific work of Academician V.I. Vernadsky*. - T. 1: Vladimir Vernadsky and Ukraine. - Book 2: Selected Works / Red. count. therefore, A.G.

Zagorodny, A. Onishchenko, V.A. Smoliy, N.V. et al., Kyiv, Vernadsky National Library Printing Office, 2011. – 584 p.

- [7] Taran N.Y., Gonchar O.M., Lopatko K.G., Batsmanova L.M., Patyka M.V., Volkogon M.V. *The effect of colloidal solution of molybdenum nanoparticles on the microbial composition in rhizosphere of Cicer arietinum L.* // Nanoscale Research Letters, 2014. - 9.- P. 289-304.

Musienko M.M., Voitsekhivska O.V., Batsmanova L.M.

Plant Physiology and Ecology Department,

Taras Shevchenko National University of Kyiv, matushka@i.ua

¹⁾ Ecology and Biotechnology Department

Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

²⁾ Independent Department of Process Engineering, University of Opole

BIOLOGICAL CONTROL OF ENVIRONMENT: GENETIC MONITORING

Genetic monitoring is the direction that provides the development of methodology and practices for evaluation of revealing and accumulation of toxic substances in the environment, the study of spectrum of their mutational action and the ability to induce different types of genetic disorders. To the objects of studying genetic monitoring belong the toxicants that are able to induce mutation in reproductive and somatic cells, which in turn cause genetic changes. The main purpose of these methods is to identify the volume and amount of accumulated lethal and sublethal negative mutations that while the transition to the homozygous state cause a decrease in the viability of species populations or their death, and quantitative criteria for assessing the consequences of mutagenesis [5].

The presence and degree of manifestation of genetic changes characterize the mutagenic activity of environment, and the possibility of genetic changes in populations reflects the efficiency of functioning the protective systems of organisms. Most genetic disorders are recognized and eliminated by a cell using intracellular systems of reparation by apoptosis or immune system. Significant increase in spontaneous level of such violations is an indicator of stress action. Genetic changes can occur at gene, chromosome or genome levels [8].

Unstable ecological condition and deterioration of the general state of the biosphere make necessary the widespread use of genetic monitoring. Genetic monitoring includes methods which allow to carry out the quantitative estimation and forecast the direction and intensity of the mutation process in populations, and if necessary, to choose the set of measures aimed at preventing the negative consequences for living organisms. Necessary component of the genetic monitoring is to obtain information about heritable changes in gene pool of populations, mutagenic environmental factors. The main tasks include: genetic and toxicological assessment, identification of risk areas, assessment the dynamics and temporary periods of genetic processes, approbation of different test systems, formation of universal mathematical models for various populations and others [8].

There are several types of genetic monitoring: monitoring of natural genetic systems, territorial genetic monitoring due to the environmental pollution and monitoring of artificial and experimental genetic systems. New direction in the

environmental and adaptive plant breeding is creating varieties populations that replicate natural populations which are adapted to environmental changes. Success in creating these types agrarian phytocenoses will depend on the completeness of modelling in their structure and functions of the principles of natural plant communities, which are characterized by high heterogeneity.

Approaches to genetic monitoring

The consequences of environmental factors on natural and agrarian ecological systems are to a large degree determined by the hierarchical organization of the biota. Every level of biological organization has its own specific methods of protection from exogenous stressors (repairation, repopulation, regeneration, changes in species composition and structure of biological community). For higher levels of biological organization stressful actions often reach later and in more gentle way. Thus, the earliest changes can be detected at molecular cellular level of living substance. The genetic tests have unique significance for assessing changes that had arisen before to the appearance of morphological, physiological, populational and other abnormalities. Genetic tests record the most serious steps of environment pollution increase of mutagenic effect on the biosphere, that is revealed in increasing the frequency of cancer genesis and hereditary diseases, the increase of genetic load in populations of men, animals and plants, the change of their genetic structure. The accumulation of genetic disorders the future leads to poor health and reproduction ability of organisms populations [1,2].

For the rapid detection of mutagens and majority cancer genes in the environment short genetic tests are used. It is known that some chemicals can cause cancer in men and animals, as well as mutations in reproductive cells, that increases the frequency of hereditary diseases. These substances include: pharmaceutical preparations, household chemicals, food additions, pesticides, petroleum and others. These substances are present in the environment and synthesize new chemical compounds every year. In addition, there are also natural chemicals that have a mutation and cancer genesis activity (mycotoxins, which are contained in foods) [5].

Mutagenic chemicals interact with DNA, causing changes in its structure. These processes can lead to loss, bases increasing or decreasing, there by changing the genetic information stored in DNA. Almost all short-term methods are based on revealing chromosome damage, gene mutations or DNA damage; many of them are tests *in vitro*. In these tests a wide range of organisms - from bacteria and yeasts to insects, plants and cultivated mammalian cells is used. Hierarchical structural and functional organization of living organisms involves the evaluation of genetic changes at different levels of biological organization [10]. Therefore, the following approaches are applied:

- *Cellular level* - cytogenetic screening. The advantage of cytogenetic analysis is that it characterizes the state of the entire genome. It is the most sensitive genetic test that can be used as "biological dosimeter" of anthropogenic contamination of the territory. The main plant test systems for screening and monitoring mutagens *in situ* are conventionally divided into two groups: in the first group sporophytes are used and in the se-

cond - gametophytes. Cytological methods to sporophytes include studying mitosis in stem meristems and roots of plants and meiosis in flower buds. The cytogenetic tests on gametophytes include tests for micronuclei in tetrad microspores as well as passing mitosis in pollen tubes and grains. When using pollen as a test system when monitoring, screening and to detect toxic effects of mutagens one should take into account the genetic characteristics of such as ornamentation, type, shape, sterility and viability, protein content and starch.

- *Organism level* - to observe the frequency of phenotypes. As phenotypes one can use mutant phenotypes by the form of ear, and various abnormalities in plant development - teratomorphes.
- *Population level* - an analysis of indicators characterizing the performance of plant populations is conducted.

The biological test systems should meet the following requirements: to detect all types of genetic damage (genomic, chromosomal and gene mutations); to be sensitive and specific for detecting the effects of low doses of mutagens; sufficiently expressive, not expensive and to provide stable and reproducible results; to identify compounds which while getting into to a living organism are capable of becoming mutagens and others.

Factors affecting the genetic structure of organisms. According to current estimates the amount of polluting waste annually increases on average by 4 %. The risk of anthropogenic stressors is that biological systems - organisms, populations, biocenoses are not adapted to them. Nowadays up to 90 % of all cancers in men are due to the influence of environmental factors, among which 70-80 % belong to the action of chemical cancer genes and 10 % - to the radiation. The number of produced and those that are in the environment toxic chloroorganic compounds are sufficient to destroy all aerobic organisms [3].

The relative contribution to the anthropogenic load of physical nature factors is increasing. During the last 50-60 years the total voltage of electromagnetic fields and ionizing radiation intensity have increased comparing with the natural background by 1000-1 million times. Ionizing radiation concerning the induction of biological effects is the most studied factor of physical nature. It induces all types of injuries that occur in the DNA from the modification of certain bases to large rearrangements, which cover a wide range of chromosomes with many genes. But the spectrum of spontaneous and induced DNA damage by ionizing radiation significantly differ. During spontaneous mutagenesis the majority (65 %) of the damage belongs to gene mutations (replacement of base pairs), then during the radiation mutagenesis deletions mostly occur. Two chains DNA breaks are the most dangerous and difficult reparation types of genetic material damage [4].

The ability to induce mutations is peculiar for many chemical compounds. The main problem in assessing mutagenic activity of chemical compounds is associated with the fact that mutation process has species and tissue specific character. At least 85 % of chemicals are mutagenic in some test system and do not reveal this property in others. It is due to the difference of biotransformation processes and pharmacokinetics of chemical compounds in various species, as well as in cells of different tissues within the same organism. As a result the mutagens *in vivo* system are not necessarily mutagens *in vitro* system, the

mutagens in somatic cells are not mutagen in reproductive ones. In the case of chemical agents to link exposure with a biological effect is difficult because of their concentration in the cell that depends on the concentration in the environment and should be measured directly in the biological structure. Chemical mutagens that are able to break the structure and recovery of DNA molecules include: aflatoxins, heterocyclic and polycyclic aromaminy, nitrosamines, polyaromatic hydrocarbons, nitrous acid, heavy metals, herbicides, insecticides and other substances [6].

Plants as test systems

Plant test systems are well-founded and widely used to assess the quality of the environment. The action of pollutants on them can alter the structure and function of ecosystems, leading to the reduction of primary productivity. Plants always respond to a large number of environmental parameters with high sensitivity and can be effectively used to assess the presence of a wide range of chemicals, especially toxins that act directly on the structure of the cell. The inverse effect on plants can be assessed at different levels of biological organization of DNA and chromosomes to the organism and population. The effects of pollution first appear at the molecular level, which makes the analysis of reverse cell a good tool for early diagnosis of action [11].

In environmental monitoring the main object of study is populations and ecosystems since the response of test systems should be closely associated with effects at all levels of the organization. Changes at the cell level can affect the biological parameters of population level. These types of effects can manifest long after the action of factor or when its effect disappears from the environment. That's why genetic test systems should be used for early and reliable diagnosis of disturbances. Due to attached method of existence the plant expose to pollutants that are in the environment and describe the environmental situation at the site of its existence. Being at the base of food chains plants are exposed to toxic agents action earlier than the organisms of higher trophic levels. Plants have the ability to concentrate and efficiently convert substances that are in the environment, that increases the sensitivity and their informative use to monitor environmental quality. Higher plants can be effectively used in the field to assess the quality of air, water and soil, and to evaluate the effects of chronic actions. Plants are characterized by high growth rates, fast changing phases of ontogenesis. They produce a large number of offspring that opens the opportunities to study genetic effects. Genetic identity used for purposes of plants bioindication can be achieved through vegetative propagation [6,7].

A significant number of plant test systems has been worked out for the evaluation of the actions of man-made pollutants at different levels of biological organization.

Characterization of genetic test monitoring

Mutations on the gene level include the substitution of bases or reading frame shift that occur as a result of embedding or loss basis. Gene mutations lead to inactivation of gene or to the changes of its functions. In the screening programs of mutagens male gametophytes can be used effectively. The advantage

of this test system is linked to the haploid state of pollen grains. Therefore, all the mutations that affect the development of the pollen is easily fixed. The assessment frequency of abortive pollen grains reflect violations in almost all parts of the genome. The main criteria for recognition of abortive pollen grains are: the size is much larger than normal, changed shape, bad painting. In addition, waxy and alkoholdehydrogenaza are genes, mutations which lead to different phenotypic changes and are often used to assess the mutagenic action. These test systems can not only be used for the diagnosis of mutagenic effects induced by low levels of pollutants, but also provide information about the nature of induced mutations [3].

Cytogenetic analysis of plant tissues (the tips of the roots, apical and intercalary meristem) is the most common, simple and cheap method. Using these methods one can analyze both chromosomal aberrations and genomic mutations. Genomic mutations are changes in the number of chromosome in the cell that can increase the copies of the whole haploid set of chromosomes (polyploidy) or change the number of individual chromosomes (aneuploidy). The easiest analyze of structural rearrangements is in metaphase and anaphase. Regularities of forming cytogenetic effects are identical in reproductive and somatic cells. The frequency of cytogenetic disorders correlate with morphological changes, fertility, sterility and other characteristics of plants. The frequency of different types of cytogenetic violations under the action of agents that differ in mechanisms of biological effects can be increased in different ways. With the frequency of disturbances in mitotic and meiotic cells it is useful to evaluate the mitotic index and the proportion of cells at different phases of the mitotic cycle. The duration of the various stages of mitosis gives the additional information about specific regularities of biological action of pollutants. The most informative is the cytogenetic analysis in metaphase. It allows not only to assess the total incidence of chromosomal rearrangements, but also to define all kinds of chromosomal and chromatic disorders with high accuracy. If chromosomes in karyotype are few and they morphologically different. The metaphase analysis allows us to determine which of the chromosomes is damaged. The evaluation of cytogenetic violations is used for plant species with a small number of chromosomes and they are large in size (*Crepis capillaries*, *Vicia faba*, *Hordeum vulgare*, *Allium cepa*) [6,7,8].

Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) presents new opportunities for studying chromosomal aberrations, as it can detect heredity in a number of cell generations changes, such as reciprocal translocations, inversions and inertia that are difficult to detect by standard cytological methods. This method allows to determine the details and localize chromosomal rearrangements in mitosis and meiosis. It uses samples of DNA complementary to the correspondent chromosome, certain part of chromosome or a gene. The determination of fluorescent labelled antibodies area is done by using fluorescent microscope. The detailed analysis of chromosomal rearrangements in interphase nucleus using FISH - method is particularly important for tissues, in which mutagenic action leads to slowing a cell division [5].

For rapid assessment of environmental quality anaphase method is used as well as micronucleus test. The anaphase analysis provides information about the various types of cytogenetic disorders: chromatid, chromosome bridges and

fragments, mitotic abnormalities (multipolar mitoses and lagging of chromosomes). The source of chromosomal aberrations is the damage of chromosomes while the mitotic abnormalities appear as a result of disturbances in mitotic apparatus. Micronuclei are extra-nuclear formations, the source of which can be chromosomes breakage or mitotic apparatus abuse. The studies have shown that micronucleus test by sensitivity to genotoxic agents does not yield to tests, which are based on the aberrations of chromosomes. For the formation of micronuclei the division of cell is necessary that why micronucleus test can be used if a cell division is inhibited. In the micronucleus test, the duration of the cell cycle is taken into account.

Alkaline method allows to evaluate the single and double DNA breaks, wrong or not entirely repaired sections of DNA and DNA conformation changes by analyzing DNA migration by agarose gel in an electric field. This method may be useful in the study of repairing DNA damages, induced by various agents in cells of different types. One problem that arises when this method on plants is the need to remove the cell wall without core damage [9].

Somatic recombination and sister chromatid exchanges are the result of changes in the chromatids that may affect gene expression. It leads to the changes of genetic information and is displayed in the genome destabilization due to the increased activity of recombinant. Sister chromatids become visible in DNA as a result of various chromatids pairing contain or do not contain BrdU. The methods of assessing somatic recombination and sister chromatid exchanges have been designed to root cells *Vicia faba* and *Crepis capillaries*, as well as to transgenic *Arabidopsis* and *abaca*.

As genetic environmental monitoring the frequency of dominant and recessive embryonic lethal is evaluated. Dominant embryonic lethals in heterozygotes of M_1 generation lead to violations of embryonic development or can occur at the stage of germination. Recessive lethal mutations can occur at the haploid stage of development and lead to mortality of homozygotes M_2 generation. Embryonic lethal are divided into seven main groups. Lethal of types *sicca*, *brevis*, *vana* and *diffusa* lead to disorders in the embryo development at the early stage of differentiation of cotyledons. In maturing organs such embryos can be revealed by the brown pigmentation of plant tissues. Embryonic lethal *mucca*, *parva* and *fusca* appear in the offspring nonviability at the stage of seedlings. Chlorophyll mutations (*albina*, *lutea*, *xantha*, *chlorine*) can be registered simultaneously with embryonic lethal [1,3,5,7].

Fluctuating asymmetry is defined as non-directional shift of left and right bilateral symptoms. It can grow as a result of the disability to control the ontogenetic development in the conditions of genetic or external stress. Fluctuating asymmetry increases with pollution increasing. An exception is the species that are resistant to contamination (*Salix borealis*).

So, the whole individuality of the genetic structure of organisms populations that inhabit the technogenic contaminated territories is defined by the combination of operating factors: increased mutation pressure, partial elimination at various stages of ontogenesis of nonviable genotypes, influence of the selection that ensures survival of the most adaptive to new environmental conditions genotypes.

References:

- [1] Altukhov Yu. P. *Genetic processes in populations: Manual.* / Yu. P. Altukhov. – M.: PTC “Academkniga”, 2003, – 431 p.
- [2] Altukhov Yu. P. *Human heredity and environment.* / Yu. P. Altukhov. – M.: Nauka, 1984, – 203 p.
- [3] *Biological control environment: bioindication and biological testing* / O.P. Melekhova, E.I. Sarapulceva, T.I. Evseeva and etc. – M.: “Academia”, 2008, – 288 p.
- [4] Altukhov Yu. P. *The dynamics of population gene pools under anthropogenic influences.* / Yu. P. Altukhov. – M.: Nauka, 2004, – 620 p.
- [5] *Biological control of the environment: genetic monitoring. Textbook for students of higher education.* Grif of Association of Classical University Education / E.I. Sarapultseva, L.V. Tsatsenko, S.A. Geraskin M.: “Academia”, 2010, – 208 p.
- [6] Dybinin N.P. *The potential changes in DNA and mutations.* / N.P. Dybinin. – Molecular cytogenetics. – M.: Nauka, 1978, – P. 147-158/
- [7] *Dzheyper Genetic engineering of plants. A Laboratory manual.* / Dzheyper. – M.: Mir”, 1991, – 408 p.
- [8] Dubinin N.P. *Indication of mutagens in the environment* / N.P. Dubinin, Y. Pashin // Environmental prognostication. Dosing: Sat. articles. M .: Science, 1979, – p. 132-253.
- [9] Sanotsky I.V. *Embryotropic action of chemical factors of the environment* / I.V. Sanotsky, L.S. Salnikov // Ecological. Gical prediction: Sat. articles. M .: Nauka, 1979. – p. 236-253.
- [10] Slepian E.I. *Teratogenic environmental factors* // Environmental prediction: Sat. articles. M .: Nauka, 1979. – p. 186-187.
- [11] Tarasenko N.D. *Experimental genetic variation in plants.* Novosibirsk: Nauka, 1980. – 200 p.

Pouzik V.K.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Ecology and Biotechnology Department
Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

Golovan´ L.V.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Ecology and Biotechnology
Department, Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev

M. Ostrowska, PhD

Independent Department of Process Engineering, University of Opole

V. PATYKA¹⁾, O. ZAKHAROVA¹⁾, O. GORB²⁾, St. GAJDA³⁾

¹⁾ National Academy of Science of Ukraine,

²⁾ Poltava State Agrarian Academy, Ukraine

³⁾ Independent Department of Process Engineering, University of Opole

ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN SOLVING THE CONFLICT BETWEEN NOOSPHERE AND BIOSPHERE

Abstract:

Pollution and environmental degradation lead to the transformation of ecological niches and the death of numerous species. The main task of mankind is to maintain and restore natural groupings of organisms in such a scale that will ensure the economic capacity of the biosphere as a whole. The growth of humanity is limited by biosphere's economic capacity, the upper limit of which is 1% of net primary production biota (photosynthesis) transferred to man-channel. Exceeding this threshold would lead to a global environmental catastrophe, disintegration of the human genome and, consequently, to the extinction of human species.

Problems of interaction between society and nature are the basis of life and human development. The development of modern civilization has demonstrated extraordinary capabilities of the human mind. For the recent two centuries, engineering and technical activity of the mankind have caused a global environmental crisis.

Nowadays the world community reveals a growing interest in environmental protection, sustainable development of countries and regions, protecting the interests of future generations. The man finally realized what dangerous consequences the consumerism activity can cause, in particular, the depletion of natural resources, violation of ecological balance, reduction of biodiversity, degradation of landscapes, deterioration of agricultural land fertility, a decrease of fresh water, etc. (Bazhenov *et al.*, 2006; Isaienko *et al.*, 2006).

Engineering ecology is considered in interaction with natural resources and reproduction of nature, environmental protection, economic environment, social environment and human ecology.

Engineering ecology is a scientific field that studies human intervention in the environment. Its mission is to apply the achievements of science, technology, use of laws and natural resources to solving environmental problems.

A theoretical problem of environmental engineering is technological optimization and correlation of relationships between technological process parameters and nature changes (Bazhenov *et al.*, 2006).

Biosphere is a part of the earth's crust, atmosphere, and hydrosphere. Its composition, structure, and energy have been largely determined by the past

and present activities of living organisms. The volume biosphere is about 0.4% of the planet (Patyka, 2004; Patyka, 2003b).

The biosphere exists since the origin of life on Earth. Its structure is not uniform in the biogeochemical aspect that is the result of a variety of material and energy circulation caused by the activity of living beings. In the biosphere, the transformation of solar energy and its accumulation in organic matter occur. The problem of raising the biological productivity of the biosphere has been solved by conservation and improvement of natural biomes and agrocenosis.

Biosphere does not only provide resources for human but also receives their production and life wastes. This is a much more complex system, the foundation of life, in which biota itself ensures the stability of the environment. The biosphere has the marginal economic capacity, the excess of which disrupt the stability of biota and the environment. Within the economic capacity, biosphere and ecosystem function in accordance with the principle of Le Chatelier quickly restoring all kind of disturbance in the environment, and ensuring its stability. The ability to restore in absolute terms as well as the limit of economic capacity, changes from landscape to landscape depending on the performance of the biota: in the desert, it is the smallest and in the forests the largest. Excess economic capacity leads to the violation of Le Chatelier principle, disruption of biological cycle of substances, degradation of ecosystems, and pollution. Pollution and environmental degradation lead to the transformation of ecological niches and the death of numerous species. The main task of mankind is to maintain and restore natural groupings of organisms in such a scale that will ensure the economic capacity of the biosphere as a whole. The growth of humanity is limited by biosphere's economic capacity, the upper limit of which is 1% of net primary production biota (photosynthesis) transferred to man-channel. Exceeding this threshold would lead to a global environmental catastrophe, disintegration of the human genome and, consequently, to the extinction of human species (Akimov *et al.*, 2003).

Plant component of agrocenosis is produced and regulated by human, in particular, agrocenosis instability results from the occurrence of adverse conditions (drought, waterlogging, overcooling, etc.) and after harvesting of biological are compensated through the application of appropriate farming practices (Patyka, 2002).

An important feature of agrocenosis is the dominance of a few species of animals - herbivores, among which plant pests (rodents, insects) dominate. Temporary sustainability of agrocenosis is supported by a man. Thus, biosphere system's main features are self-regulation and self-organization. Environmentalists explain this self-organization with the information that permeates the ecosystem. It is found in living organisms, their genetic code and the ability to adapt to changes in environmental conditions. Thus, self-regulation of the ecosystem is ensured by living organisms (Patyka *et al.*, 2003a; Brozowska *et al.*, 2015).

This approach suggests the biosphere be a centralized cybernetic system, since one of its elements (subsystem), that is living organisms - plays a dominant role in the functioning of the whole system. The principle of the system's existence is based on the living beings' ability of self-multiplication and variation that may be genetic (in generations) and phenotypic (within existing individu-

als). The internal stability is based on the control system for components of the biosphere, i.e. species, populations, and groups.

The diversity of the components lies in the heart of biosphere. This diversity provides stability of the system, ensuring the survival of a certain part of it under any local, all-planet and even some cosmic processes (such as solar flares, cosmic showers of ultra-high energy particle, etc.). But to preserve the diversity we cannot allow one species (population, clone, etc.) to develop itself enough to begin to displace (to eat, shade, trample down, poison) all other species.

To the biosphere as a system, no matter what species, populations, individuals belong to it. It is only necessary that they exist in sufficient quantity, diversity, and equilibrium. The number and diversity are defined by matrix synthesis of the information base of all beings as well as on redundancy of multiplication. This mechanism prevents biosphere's degradation. Equilibrium's borders are kept by biosphere mechanisms of preserving the number of beings through limitations of space, suitable for a species, limiting foods, availability of competing species and species-fighters, parasites, pathogens, etc.). Mankind has broken down all these control mechanisms. And noosphere rapidly began to do exactly what the broken mechanisms were intended to prevent, namely, to eat, shade, trample down, poison, and destroy the biosphere. Almost all the components of the latter at the time of the emergence of the noosphere have already become the alternative to it. Biosphere being a self-sufficient system must have automatically resisted to the noosphere.

The noosphere literally is a 'thinking envelope', a sphere of reason, within which rational human activity is the main determining factor of nature and society development (Shevchuk *et al.*, 2002).

At the turn of the 20th and 21st centuries, mankind had not always acted in a positive for nature direction. And this is largely caused aggravation of the many world's political, economic and environmental problems, as well as interethnic and inter-confessional relations, which was stated at the UN conference in Rio de Janeiro (1992) and the Earth Summit in Johannesburg (2002). It was the discussion at the Earth Summit that showed that the joint efforts of all countries in the fields of economy, politics, technology, science, culture and education aiming at preserving the environment at an ecologically reasonable level are possible under the condition that collective intelligence and organized work of the United Nations focus on the implementation of this idea. The summit has shown the governments and parliaments around the world that to change the outlook of the entire human community is probably the most important issue of our time. If we cannot reach a consensus between countries, humanity is doomed to self-destruction. The consensus is only possible on the basis of a common outlook that will help each person to understand the way to ensure the success to a new social development paradigm and reliable, eternal and dignified coexistence to nature and humanity.

Thus, there is a situation, in which one species having been quite controlled earlier, invented methods of protection from the biosphere's control mechanisms and began to destroy it as a system. Over half a billion years of evolution, biosphere's control mechanisms were improved along with the complication and improvement of all living beings. It would be incredible if biosphere

begins to neutralize the disturbing factor. But today, if compared with past half billion years such a 'sorting out biosphere's and noosphere's relationships' is not just dynamic, it is similar to burst.

Noosphere's challenge in terms of time scale is flash-like relatively to the scale of the evolution. Only the living organisms capable to multiply themselves and genetically vary much faster than explosive noosphere's challenge can react to this challenge. Of the entire biosphere's components only viruses and bacteria have this feature. They have polished mechanisms and lightning variability with redundant backup. Because there is nothing else in the arsenal of the biosphere, only viruses and bacteria will be able to react to the challenge. And they will not act separately from all living. They have already got involved in the explosive evolution and draw all the rest into it. And controversial, versatile and non-stationary noosphere is a trigger mechanism and selection factor that determines the evolutionary direction of the biosphere response (Yatsyk, 2001).

It is crucial that the explosive evolution of pathogens covered the entire biosphere. This is due to the peculiarities of evolution: it goes in all directions but only can realize when finds a free niche. In the biosphere, noosphere's control mechanisms are not effective. It is an open niche for infections. And it bears main evolutionary explosion of infections because there are no control mechanisms like in the biosphere.

Unfortunately, Ukraine also became a test site of infections' evolution. In Ukraine, we can observe a significant percentage of people infected with HIV, the rapid increase in the incidence of tuberculosis and environmental disasters. Even such disease as flu becomes more and more difficult to manage because of the extraordinary ability of influenza virus to quickly change its properties. Catastrophic distribution of 'mad cow disease' (sponge encephalopathy) in Europe caused by an infectious agent of prion etiology is associated with the violation by a man some evolutionary rules of life support regulations. Gross violations of rules and laws of nature (as the 4th Law of Ecology by Barry Commoner Law reads, "We should pay for everything") immediately caused a destructive charge. To illustrate, in 15 years only in the UK about £40 billion was spent on localization and liquidation of 'mad cow disease' (Boiko *et al.*, 2002). This disease, despite the enormous efforts on to localize it still exists in developed Europe and threatens the health of people. Becoming a center of migration flows from all the 'test sites' of the infections evolution in the world, Ukraine itself has turned into such test site. And above all this, the uncertainty of infections hangs over.

The research of the Pathogenic Bacteria Department of the Zabolotny Institute of Microbiology and Virology serve as an example of plants infections distribution, in particular, phytopathogenic bacteria (Hvozdiak *et al.*, 2011). The staff of the department studied bacterial diseases of a significant number of plant species, including cotton, tobacco, rubber-bearing species, sugar beet, legumes (beans, soybean, pea, lupine, galega, etc.), grain crops (wheat, rye, oat, and rice), corn, rape, sorghum, Sudan grass, potato, carrot, tomato, pepper, cucumber, onion, fruit, forest plants, ginseng, etc. (Patyka *et al.*, 2003) resulted in the first volume of the monograph *Pathogenic Bacteria. Bacterial Diseases of Plants* issued in 2011 [13]. Somewhat later issued were reviews and problem articles

(Patyka *et al.*, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b). Shown in Table 1 are the crops studied and casual agents of bacterial diseases identified.

Table 1. Bacterial diseases in Ukraine (Patyka *et al.* 2014a)

Crops	Isolated pathogens
Grain crops (wheat, rye, barley, oat, millet, rice)	<i>Acidovorax avenae</i> subsp. <i>avenae</i> (<i>B. avenae</i>), <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> (<i>Erwinia herbicola</i>), <i>Pectobacterium carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> , <i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> , <i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> (<i>P. oryzicola</i>), <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>
Corn, sorghum, Sudan grass sorghum	<i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. syringae</i> (<i>P. holci</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> , <i>X. vasicola</i> pv. <i>holcicola</i> (<i>X. holcicola</i>)
Legumes (kidney bean, pea, soybean, lupine, lentils, alfalfa)	<i>Clavibacter insidiosus</i> , <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> , <i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. marginalis</i> (<i>P. xanthochlora</i>), <i>P. savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i> (<i>P. syringae</i> pv. <i>glycinea</i>), <i>P. savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i> , <i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> (<i>P. vignae</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>pisi</i> , <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> , <i>P. syringae</i> (<i>P. lupini</i>), <i>X. axonopodis</i> pv. <i>glycines</i> , <i>X. axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>
Potato	<i>B. subtilis</i> , <i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i> (<i>B. sepedonicum</i>), <i>Pectobacterium atrosepticum</i> (<i>E. phytophthora</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>B. carotovorum</i>), <i>P. fluorescens</i> , <i>P. marginalis</i> (<i>P. xanthochlora</i>), ralstonia-like bacteria
Carrot	<i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. fluorescens</i>
Tomato	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> , <i>Erwinia rhapontici</i> , <i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. corrugata</i> *, <i>P. fluorescens</i> , <i>P. marginalis</i> pv. <i>marginalis</i> (<i>P. marginalis</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>X. vesicatoria</i>
Sweet pepper	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. viridiflava</i>
Cucumber, melon, watermelon	<i>Erwinia toxica</i> *, <i>Pseudomonas burgeri</i> *, <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> , <i>Xanthomonas cucurbitae</i>
Cabbage	<i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>maculicola</i> (<i>P. maculicola</i>), <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>
Onion	<i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i> (<i>P. alliicola</i>), <i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Cotton	<i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>malvacearum</i> (<i>B. malvacearum</i>), <i>X. necrosis</i> *
Hemp	<i>Pseudomonas cannabinae</i>
Rubber-bearing plants	<i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. fluorescens</i>
Sugar beet	<i>Erwinia betae</i> * (<i>E. bussei</i>), <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. fluorescens</i> , <i>P. syringae</i> (<i>P. wieringae</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i> (<i>P. aptata</i>), <i>Xanthomonas axonopodis</i> (<i>X. beticola</i>), <i>X. axonopodis</i> pv. <i>vasculorum</i>
Rape	<i>X. campestris</i> , <i>P. fluorescens</i>
Tobacco, Syrian tobacco	<i>P. carotovorum</i> (<i>B. carotovorum</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> (<i>P. tabaci</i>)
Vine	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
Fruit trees	<i>A. tumefaciens</i> , <i>Bacterium nodantrum</i> *, <i>E. amylovora</i> , <i>Erwinia horticola</i> *, <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>P. fluorescens</i> , <i>P. syringae</i> (<i>P. cerasi</i>), <i>P. syringae</i> pv. <i>morsprunorum</i> (<i>P. morsprunorum</i>), <i>X. arboricola</i> pv. <i>pruni</i> (<i>X. pruni</i>), rickettsia-like organisms

Forest weed species	<i>Bacillus populi</i> *, <i>B. subtilis</i> , <i>Clostridium butyricum</i> , <i>E. horticola</i> *, <i>Erwinia nimipressuralis</i> , <i>Erwinia rhapontici</i> , <i>P. syringae</i> , <i>P. syringae</i> (<i>P. cerasi</i>), <i>P. fluorescens</i>
Flower plants	<i>Bacillus</i> sp., <i>P. carotovorum</i> (<i>E. aroideae</i> , <i>E. carotovora</i>), <i>P. fluorescens</i> , <i>P. fluoro-violaceus</i> , <i>Pseudomonas iridis</i> *
Ginseng	<i>Pseudomonas cichorii</i>
Weeds	<i>P. agglomerans</i> (<i>E. herbicola</i>), <i>P. carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>), <i>Pseudomonas</i> sp., <i>P. syringae</i> , <i>P. viridiflava</i>
Water plants	<i>Bacillus</i> sp., <i>Erwinia</i> sp., <i>P. carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i>), <i>Pseudomonas</i> sp.

Note: In brackets given are the names of pathogens as described the author;

* name is not listed in bacteria identification guide.

Viruses are the universal infectious agents that during the evolutionary process has been successfully adapted to the variety of hosts, including animals, plants, humans, bacteria, and fungi. In the plant organism, in order to get into the cell, viruses overcome a cell wall, which is a mechanical barrier with the aid of involveent into its life cycle a stage of staying in the body of insect vector or through mechanically damaged plant tissues. A similar problem of the attacking bacterial cell by phages is solved by incorporating genes of enzymes that lyse cell wall, followed by injection of nucleic acid directly injected into the cytoplasmic space. The biggest obstacle for animal and human viruses is immune system, which defense mechanisms viral pathogens try to avoid, for example, latent form of viral infection (herpes virus), high variability (flu virus), integration into the genome of host cells (HIV).

Thus, the impact of viruses on the biosphere should be considered in terms of their effects on their hosts. When considering human viral infections, it should be noted that they may have an epidemic or even pandemic nature caused by such factors as large population density and poor immunity of some its representatives (influenza virus, SARS virus, etc.). Resulted from mass incidence observed is a significant mortality rate and enormous costs states must spend on prevention, diagnostic and treatment of these diseases. In addition, viruses that cause acute intestinal infection (such as enteroviruses, noroviruses, astroviruses, rotaviruses, etc.) become extremely relevant as they affect a huge number of people and cause high mortality rates, especially in developing countries. Man contribution in the spread of these infections is significant and is associated with changes in food production (insufficient heat treatment, etc.), the globalization of the supply of food, the emergence of new types of food (fast food, prepared food, public places food) and increase the number of susceptible hosts (HIV-infected elderly) (Boiko *et al.*, 2010; Patyka, 2004; Patyka *et al.* 2003b).

Plant viruses, in general, are of great importance in terms of agriculture, because while affecting crops they reduce yields and deteriorate crop production quality. Plant viruses cause a variety of symptoms, for example, chlorosis and leaf strip (barley yellow dwarf virus), vein discoloration and necrotic spots (viral yellows) leaf mottling and rugosity plate (potato Y-virus). Man play a significant role in the distribution of plant viruses. As a result of breeding and developing new plant varieties that are new host plants with new genotypes appeared that respond to viral infection differently. Agricultural development

causes new contacts of different plants species and, therefore, new plant group appear that includes crop plants and weeds, which can lead to the exchange of viral infections and the emergence of new variants of viruses. Due to the transportation of different plant species worldwide, they get attacked by new, atypical viruses present in the local flora, and there is a movement of new insect vectors that can adapt to new species. Another important example of the human impact is monocropping on large areas and, consequently, the development of numerous populations of vectors that cause epiphytoticies.

Bacteriophages are very common, as their hosts (bacteria) are present in almost all habitats (water, soil, food, living organisms). Bacteria viruses play an important ecological role in influencing the structure of microbial groups and adjusting the number of different species within them. In so doing, they can impair intestinal flora of the body, thereby adversely affecting digestion. At the same time, bacteriophages have an inherent ability of transduction and lysogenic conversion, which results in a bacterial cell having acquired new properties. Thanks to this property, phages are widely used by scientists in biotechnology and molecular genetic studies.

Finally, we have to take into account the fact that the list of existing known viruses is constantly updated by new viruses and known viruses with modified properties. This is due to not only the lack of knowledge but also to man intervention into natural phenomena and processes. For example, people actively use new advances in medical science and food industry, providing new organisms with new atypical properties. Viruses are used as vectors to transfer certain genes from one cell or organism to another and for expression of proteins they encode. The emergence of new viruses is possible as a result of human contact with animals where viruses can acquire a new ability to affect a new host species. The social behavior of people, their mobility over countries and continents, impact on the ecological environment, and pollution make an incomplete list of possible factors which might be associated with the emergence of new viruses.

Environmental studies prove demonstratively that various stressful impacts on the biosphere lead to significant changes in the properties of viruses of different organisms. Today, this environmental problem becomes extremely urgent. All this shows that humanity should more closely relate to possible 'flashes' of virus infections under the conditions of environmental imbalance. Meanwhile, virologists, geneticists, biochemists, radiobiologist, and environmentalists deal with the problem of mutagens in the environment associated with the effect of the certain virus on genes and cell chromosomes.

In fact, all over the world, the problem of biological safety is now faced. On the one hand, today the mankind has a huge store of knowledge in biology, and from the other hand, man while changing the hereditary genetic material of living systems has created many threats in terms of biosafety. These include the development of therapies based on genes that can cause accumulation of genes encoding harmful to the human and mammals proteins.

The introduction of genetically modified organisms on the basis of transferring foreign recombinant genes imposes a potential danger to human and the biosphere, namely, allergic reactions to GM ingredients in foods and drugs, a direct link with cancer and degenerative diseases, a threat to biodiversity, the

emergence of 'superweeds' and 'superpests', violation of the natural balance between populations of different species, etc. One of the aspects of biosecurity is a discrepancy between the vaccines used in Ukraine and international standards of quality and safety.

In the last decades, the achievements of biotechnology and genetic engineering aimed at developing biological weapons became a potential threat to human security. Given the powerful capabilities of genetic technology, a question arises: is humanity

REFERENCES

- [1] Akimov I.A., Balashov L.S., Zhuravliov Ye.P., Patyka V.P. et al. (2003). *Zberezhennia bioriznomanittia Ukrainy (druha natsionalna dopovid)* [Biodiversity of Ukraine (the second national report)]. Kyiv: Himdzhest. [in Ukrainian]
- [2] Boiko A.L., Patyka M.V. & Patyka V.P. (2010). *Biosfera, noosfera i biobezpeka [The biosphere, noosphere, and biosafety]. In Energoefektyvnist ta ekolohichno pryiniatne enerhozabezpechennia z pozytsii khrystyianskoi vidpovidalnosti za stvorinnia [Energy efficiency and environmentally suitable energy from the standpoint of Christian responsibility for living beings].* Uzhgorod national Univ. Press Hoverla, 71-77. [in Ukrainian]
- [3] Patyka V.P. (2004). *Yednist i protyrichchia biosfery i noosfery [Unity and contradiction of the biosphere and the noosphere].* Bulletin of Kharkiv National Agrarian University, 6, 304-309. [in Ukrainian]
- [4] Patyka V.P. (2002). *Naukova kontseptsiiia staloho rozvytku ahrosfery [The scientific concept of sustainable development of agrosphere of Ukraine].* Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2-3, 5-9. [in Ukrainian]
- [5] Patyka V.P., Burda R.I., Boiko A.L., Hlazko V.I., Hlazko T.T., Kaminchuk M.V., et al. (2003a). *Perspektyvy vykorystannia, zberezhennia ta vidtvorennia ahrobioriznomanittia v Ukraini [Prospects of conservation and reproduction of biodiversity in Ukraine].* Kyiv: Khimdgest. [in Ukrainian]
- [6] Patyka V. P. & Boiko A. L. (2003b). *Biosfera i noosfera: yednist ta protyrichchia [Biosphere and noosphere, unity and contradiction].* In Istoriia osvity, nauky i tekhniky v Ukraini. Materialy konferentsii [History of Education, Science and Technology in Ukraine. Conference proceedings]. (pp.3-9), Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
- [7] Shevchuk V. Ya., Biliavskiy H. O., Satalkin Yu. M. & Navrotskyi V. M. (2002). *Noosferohenez i harmoniinyi rozvytok [Noospherogenesis and harmonious development].* Kyiv: Geoprint. [in Ukrainian]
- [8] Yatsyk A. V. (2001). *Ekolohichna bezpeka v Ukraini [Environmental safety in Ukraine].* Kyiv: Geneza. [in Ukrainian]
- [9] Brozowska A., Kalinichenko A., Patyka V. & Zacharova O. (2015). *Development of residential areas in harmony with nature. In Transformation management of economic at rural areas.* Poltava. [in Ukrainian]
- [10] Bazhenov V.A. , Isaienko V.M. , Satalkin Yu.M. et al. (2006). *Inzhenerna ekolohiya: Pidruchnyk z teorii ta praktyky staloho rosvytku [Engineering ecology. Theory and practice of sustainable development: Manual].* Kyiv. [in Ukrainian]

- [11] Isaienko V.M., Nikolaiev K.D., Babikova K.O, Biliavskiy N.O. & Smirnov I.N. (2006). *Stratehiya staloho rozvytku (turystychna haluz) [Strategy of sustainable development in tourism]*. Kyiv: Drahomanov NPU Press. [in Ukrainian]
- [12] Hvozdiak R.I., Pasichnyk L.A. & Patyka V.P. (2008). *The Pathogenic Bacteria Department: the Past and the Present*. Microbiology Journal, 2008; 70(2-3), 48-54.
- [13] Hvozdiak R.I., Pasichnyk L.A., Yakovleva L.M., Moroz S.M., Lytvynchuk O.O., Zhytkevych N.V., et al. (2011). *Fitopatohenni bakterii. Bakterialni khvoroby roslyn. [Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants]*. Vol.1. Kyiv: TOV NVP Interservis. [in Ukrainian]
- [14] Patyka V.P., Pasichnyk L.A. & Bucenko L.M. (2013a). *Bacterial diseases of grain crops and measures of their control*. The Ukrainian Farmer's Guide, 1, 202-208. [in Ukrainian]
- [15] Patyka V.P., Pasichnyk L.A. & Bucenko L.M. (2013b). *Bacterial disease of wheat and rice*. Taurian Journal of Agricultural Science, 1, 51-56. [in Ukrainian]
- [16] Patyka V.P. & Pasichnyk L.A. (2014a). *Pathogenic bacteria: fundamental and applied aspects*. Bulletin of Uman National University of Horticulture, 2, 7-11. [in Ukrainian]
- [17] Patyka V.H. & Pasichnyk L.A. (2014b). *Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture* // Microbiology Journal. 2014; 76(1): 21-26.
- [18] Patyka V., Buletsa N., Pasichnyk L., Zhitkevich N., Kalinichenko A., Gnatiuk T. & Butsenko L. (2016). *Specifics of pesticides effects on the phytopathogenic bacteria*. Ecol. Chem. Eng., 23(2), 311-331.

V. Patyka¹⁾, O. Zakharova¹⁾, O. Gorb²⁾, St. Gajda³⁾

¹⁾Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Science of Ukraine, 154 Acad. Zabolotny Str., Kyiv 03143, Ukraine,

patykovolodymyr@gmail.com, olga_zm@ukr.net

²⁾ Poltava State Agrarian Academy, Skovorody str., 1/3. 36003, Poltava Ukraine

³⁾ Independent Department of Process Engineering, University of Opole

WODY POWIERZCHNIOWE ZLEWNI RZEKI MAŁA PANEW BĘDĄCE POD WPŁYWEM ANTROPOGENIZACJI

Streszczenie:

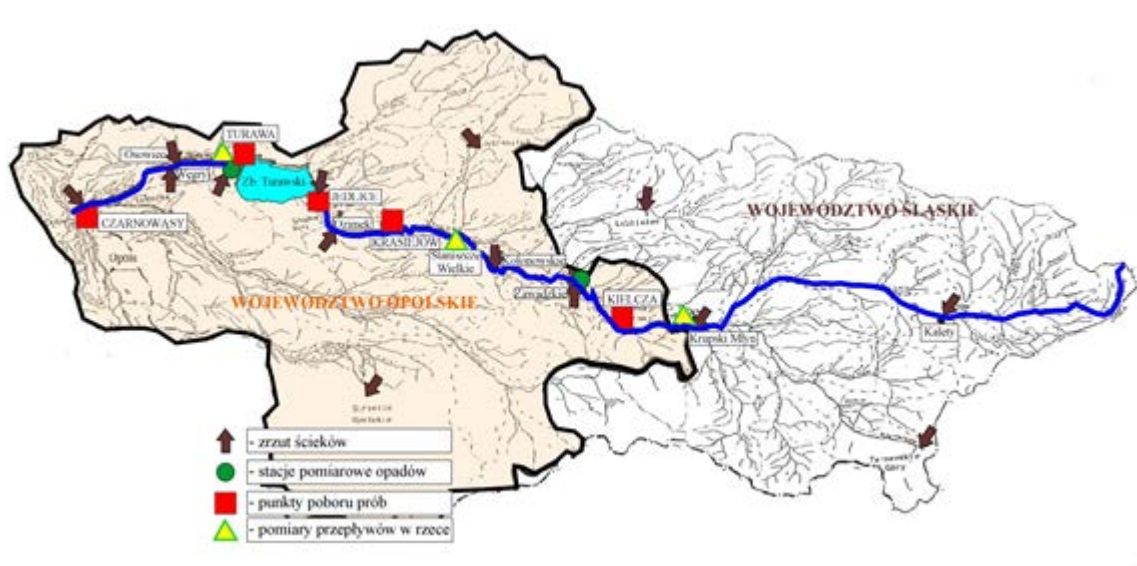
Badania na terenie zlewni rzeki Mała Panew obejmują obszar województwa opolskiego wzdłuż biegu rzeki Mała Panew i jej kilku dopływów (Jemielnicy, Maliny i Swornicy). Na terenie zlewni powstają zanieczyszczenia bytowe od ludności, przemysłowe, rolnicze (spływy powierzchniowe resztek nawozowych), z produkcji rybackiej. Zanieczyszczenia te w różnej ilości i o zmiennym natężeniu dostają się do wód powierzchniowych. Powodują w nich zmiany parametrów fizykochemicznych i biologicznych.

Wstęp

Zanieczyszczenia powstające w zlewni rzeki Mała Panew wywołują zjawiska przyczyniające się do modyfikowania zespołów organizmów i gatunków. Związki chemiczne spływające do rzek są pochłaniane zarówno przez rośliny przybrzeżne, jak i zanurzone w wodzie. To powoduje rozwój roślin i zmniejszenie jednocześnie ilości zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Wśród drobnych organizmów żywych zamieszkujących wody powierzchniowe należy wymienić glony. O występowaniu i rozwoju zbiorowisk glonów w ekosystemach wodnych decydują biogeny obecne często w nadmiernych stężeniach w allochtonicznej materii organicznej dopływającej do wód. Celem około 20 letnich badań rzek w zlewni Małej Panwi była ocena stanu czystości wód płynących i stojących oparta na wskaźnikach fizykochemicznych i biologicznych.

Charakterystyka zlewni rzeki Mała Panew

Zlewnia rzeki Mała Panew obejmuje teren województw śląskiego oraz opolskiego i ma powierzchnię 2131,5 km². Ujście znajduje się w 158,5 km rzeki Odry, około 5 km poniżej Opola. Rzeką jest podzielona zbiornikiem retencyjnym Turawa na 18, o km rzeki na dwa oddzielne odcinki o zróżnicowanych właściwościach hydrologicznych i przyrodniczych (Rys.1), [4].



Rys. 1. Zlewnia rzeki Mała Panew z podstawowymi punktami pomiarowymi – opracowanie własne na podstawie [15]

Przed zbiornikiem ciek ma charakter zbliżony do naturalnego, natomiast poniżej do ujścia do Odry przepływy są regulowane w wyniku gospodarki wodnej prowadzonej na zbiorniku oraz konieczności poboru wody dla Elektrowni „Opole” w Brzeziu.

Zrzuty zanieczyszczeń z miast i zakładów przemysłowych usytuowane są na terenie całej zlewni (Kalety, Kruski Młyn, Tarnowskie Góry, Lubliniec, Zawadzkie, Kolonowskie, Dobrodzień, Ozimek, Turawa, Węgry, Strzelce Opolskie). Z miejscowości położonych w zlewni i nad brzegami Małej Panwi dostają się do rzeki ścieki o charakterze poprodukcyjnym i komunalnym [16]. Na samej rzece znajdują się liczne urządzenia piętrzące, a ważniejszymi punktowymi ogniskami uciążliwości są miejscowości zlokalizowane głównie wzdłuż biegu rzeki.

Warunki przyrodnicze zlewni rzeki Mała Panew

Większą część zlewni pokrywają lasy mieszane, w górnym i środkowym biegu dochodzące do samych brzegów rzeki. Do zbiornika Turawa lesistość wynosi około 67 %, poniżej jest niższa - 49 % [6, 16]. Użytki zielone zajmują ponad 11% powierzchni zlewni. Grunty orne to gleby o klasie V i VI obejmujące 48% i klasy III i II zaledwie 10% ich powierzchni [4, 8]. Niska klasa gruntów w rejonie Jezior Turawskich (V i VI klasa) i zaleganie wód gruntowych na głębokości 2-4 m sprawia, że tereny te nie są zajmowane pod uprawę. Występujące głównie lekkie gleby są dodatkowym czynnikiem sprzyjającym przedostawaniu się zanieczyszczeń do środowiska wodnego. Skąpe zalesienie w strefach brzeżnych zlewni, a w tym przewaga powierzchni rolniczej, stwarzają zagrożenie dla wód powierzchniowych i podziemnych. Charakter zlewni w granicach województwa opolskiego jest typowy dla regionu nizinnego.

Charakterystyka ludnościowa i gospodarcza zlewni w granicach województwa opolskiego

Analizowany teren zamieszkuje około 85 000 osób. W miastach około 24 400 osób, reszta na terenach wiejskich, tj; 60500 osób [5]. Większe miejscowości produkujące zanieczyszczenia w granicach województwa opolskiego to: Krupski Młyn, Zawadzkie, Kolonowskie, Dobrodzień, Ozimek, Turawa, Węgry. Do rzeki Mała Panew dostaje się w ciągu roku ogółem około 4 757 410 m³ ścieków, w tym 1 434 815m³ bytowo-gospodarczych z komunalnych oczyszczalni ścieków (Zawadzkie, Kolonowskie i Ozimek). Poniżej zbiornika w ciągu roku dopływają do rzeki ścieki mieszane z przewagą poprodukcyjnych, których ilość stanowi około 6% ogółu ścieków [14].

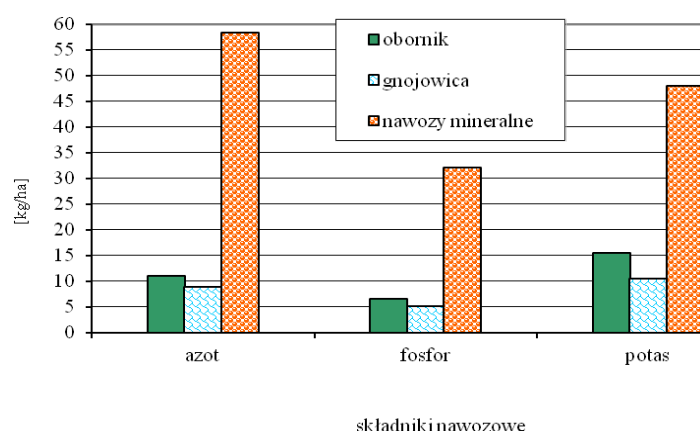
Grunty objęte analizą to ogółem 76 295 ha (przed zbiornikiem 29 235 ha, poniżej 47 060 ha). Strefa zlewni na odcinku od Ozimka do Czarnowas jest zdominowana przez rolnictwo. Na grunty rolnicze przypada razem 26 450 ha (przed zbiornikiem 7 947 ha, poniżej 18 503 ha) [4, 6, 8]. Średnie zużycie nawozów mineralnych w ciągu roku na gruntach rolnych przed zbiornikiem wynosił 1 101,5 Mg NPK, za zbiornikiem 2 564,5Mg NPK [14].

Na terenie zlewni powstaje łącznie około 9 982 Mg NPK/rok (pochodzącego od ludności, stosowanych nawozów mineralnych oraz z hodowli zwierząt gospodarskich - obornik i gnojowica) oraz 108 886 Mg/rok suchej masy obornika i zawiesin od ludności. Potencjalne ładunki poszczególnych biogenów przedstawiają się następująco: 4 255 Mg/rok azotu, 1 997 Mg/rok fosforu i 3 730 Mg/rok potasu [14].

Wielkości potencjalnych ładunków składników zanieczyszczeń powstających od ludności, stanowiących surowe ścieki bytowo-gospodarcze, przed zbiornikiem przypadało około: azotu - 128,6 Mg/rok, fosforu - 14,1 Mg/rok i potasu - 80,2 Mg/rok. W tym z terenów miejskich do wód rzeki mogło dopływać: azotu - 71,2 Mg/rok, fosforu - 7,8 Mg/rok i potasu - 44,4 Mg/rok) [14].

Potencjalne ilości zanieczyszczeń mogące powstać w budynkach inwentarskich w postaci obornika wyniosły 106 872 Mg/rok, a w postaci płynnej – gnojowicy 634 064 Mg/rok [14]. Ilości składników biogenych w gnojowicy były większe niż w oborniku.

Wielkości dawek nawozowych wprowadzane z nawozami sztucznymi na teren zlewni obliczono na podstawie przeprowadzonej ankietyzacji wśród rolników. Wprowadzanego azotu było średnio 58,4 kg/ha, fosforu średnio 32,1 kg/ha i potasu średnio 58 kg/ha. Nawozów wapniowych wysiewano średnio 295 kg/ha. Średnie dawki składników nawozowych zawartych w zastosowanych nawozach organicznych wyniosły dla obornika: azot - 11,0 kg/ha, fosfor - 6,61 kg/ha, potas - 15,4 kg/ha. W przypadku gnojowicy kształtowało się to następująco: azot - 9,0 kg/ha, fosfor - 5,13 kg/ha, potas - 10,5 kg/ha; (NPK - 24,6 kg/ha) (Rys. 2), [14].



Rys. 2. Porównanie średnich dawek składników nawozowych zawartych w nawozach mineralnych i organicznych stosowanych na gruntach rolnych zlewni rzeki Mała Panew

W nawozach mineralnych ilości składników odżywczych wprowadzone na teren zlewni były większe niż w stosowanym oborniku w dostarczonym azocie, fosforze i potasie.

Badania rzek zlewni

Rzeka Mała Panew - ocena stanu czystości

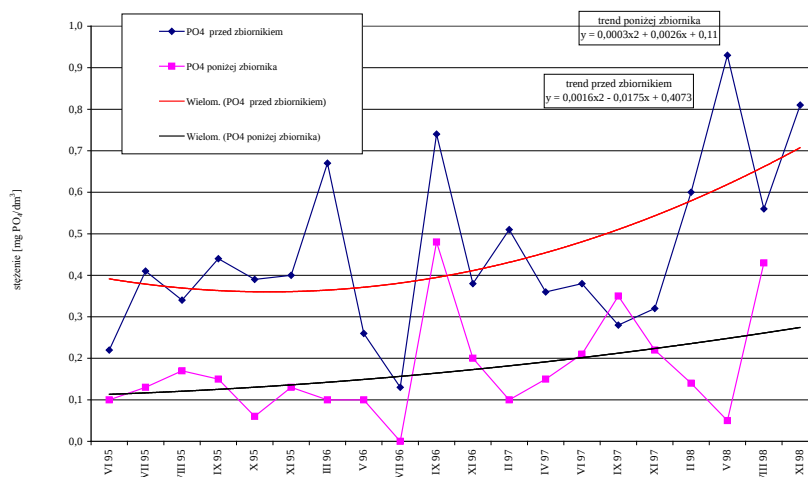
Celem prowadzonych badań rzeki była ocena stanu jej czystości oparta na wskaźnikach fizykochemicznych, w kontekście oddziaływania na organizmy wodne z grupy glonów oraz porównania stężeń metali ciężkich i określenia wielkości zatrzymywanych ich ładunków w zbiorniku retencyjnym Turawa.

Próby do badań fizykochemicznych wody i fitomikrobentosu były pobierane przez kilka lat z 5 stanowisk badawczych: przed zbiornikiem Turawa (Kielcza, Krasiejów i Jedlice) oraz poniżej zbiornika (Turawa i Czarnowąs) (Rys.1). Spośród wskaźników fizykochemicznych zbadano odczyn, tlen rozpuszczony, parametry tlenowe (BZT₅, utlenialność), metale ciężkie oraz parametry mówiące o zawartości związków biogenych w wodzie (związki azotu i fosforu). Wskaźniki tlenowe i biogenne analizowano dlatego, że to głównie one charakteryzują wodę pod względem zanieczyszczenia substancjami organicznymi. Pokazują jak rzeka radzi sobie z mineralizacją materii organicznej oraz jaki wpływ ich wielkości mają na bytowanie organizmów – glonów. Przed zbiornikiem, wzdłuż biegu rzeki z miejscowości wymienionych wcześniej bezpośrednio do koryta rzeki mogły dostawać się ze ściekami przemysłowymi metale ciężkie.

W przypadku trzech wymienionych niżej wskaźników zanieczyszczeń odnotowywano zdecydowanie wysokie i ponadnormatywne stężenia: fosfor ogólny (wszystkie stanowiska), azot azotynowy (głównie Jedlice i Czarnowąs) i żelazo (głównie Krasiejów i Jedlice). Stężenia azotu amonowego i azotanowego miały wartości charakteryzujące wodę jako mało zanieczyszczoną. Wysokie wartości formy azotynowej azotu, podwyższone okresowo stężenia azotu amonowego i fosforanów mogły być spowodowane dopływem ścieków bytowo-gospodar-

czych z miejscowości położonych nad brzegami rzeki i bezpośrednio do zbiornika Turawa [11].

Rosnące stężenie zaznaczyło się dla fosforanów przed zbiornikiem i podobna tendencja wystąpiła poniżej zbiornika - nastąpił również wzrost wartości (Rys. 3).



Rys. 3. Średnie stężenia i linie trendu zawartości fosforanów w wodzie rzeki Mała Panew powyżej zbiornika Turawa i poniżej

Badania biologiczne fitomikrobentosu rzeki pokazały, że udział procentowy podstawowych grup systematycznych przedstawiał się następująco: *Bacillariophyceae* 47,3 %, *Chlorophyta* 38,4 %, *Cyanophyceae* 8,5 %, *Euglenophyceae* 3,6 % oraz *Chrysophyceae* 1,8 % i *Dinoflagellatae* 0,5 %.

Najwięcej gatunków oznaczono w próbach na stanowisku Czarnowąs (153), w dalszej kolejności na stanowisku Jedlice (136) i na stanowiskach Krasiejów, Turawa i Kielcza. Na każdym ze stanowisk w przewadze były gatunki okrzemek.. Zielenice i sinice wystąpiły w mniejszej ilości, natomiast eugleniny i złotki stwierdzano pojedynczo.

Udział gatunków wskaźnikowych wynosił około 51%. Przeważały formy saprokseniczne w liczbie 81 gatunków charakterystyczne dla strefy β -mezosaprobowej w rzece. Pozostałe gatunki wskaźnikowe występowały sporadycznie i w niewielkich rozmiarach populacji. Największe podobieństwo florystyczne stwierdzono między stanowiskami Krasiejów i Jedlice (80%), a najmniejsze między stanowiskami Kielcza i Turawa (64%). Na stanowisku w Turawie najczęściej były obecne formy planktonowe z grupy zielenic i sinic charakterystyczne dla jezior.

Metale ciężkie i ich kumulacja w Zbiorniku Turawa

Największymi średnimi rocznymi stężeniami w wodzie rzeki oznaczały się żelazo i cynk [2]. W najmniejszych średnich rocznych stężeniach występowała rtęć. Tym samym ładunki dopływające do zbiornika były największe w przypadku żelaza i cynku, a najmniejsze dla rtęci (tab. 1), [1].

Tabela 1. Ładunki metali ciężkich wpływające do zbiornika Turawa i wypływające z niego [Mg/rok]

metal	1995			2002		
	Schodnia Stara	Turawa	pozostały ładunek w %	Schodnia Stara	Turawa	pozostały ładunek w %
Chrom ogólny	0,63	0,557	11,7	6,92	7,58	-
Cynk	33,07	16	51,6	36,26	29,72	18
Kadm	1,37	0,738	46,2	3,68	1,75	52,4
Miedź	2,76	1,322	52,1	8,3	9,1	-
Nikiel	0,82	0,738	10,1	27,68	30,33	-
Ołów	1,48	1,6	-	4,98	5,61	-
Rtęć	0,158	0,139	11,7	0,138	0,152	-
Żelazo	138,59	61,22	55,8	373,7	315,4	15,6

Najwyższy procent kumulacji metali w zbiorniku wynosił ponad 50% i dotyczył żelaza, kadmu, miedzi i cynku. W roku 1995 w zbiorniku zostało najwięcej żelaza – ok. 56% oraz cynku i miedzi – po ok. 52%. Najmniej, bo w ok. 10% pozostawiony był nikiel. W roku 2002 ładunki tylko trzech metali zostały w różnym stopniu zatrzymane w zbiorniku. Zostało w nim ok. 52% kadmu, 18% cynku i ok. 16% żelaza [13].

Rzeki Malina, Swornica i Jemielnica – wody bogate w żelazo

Jemielnica jest lewobrzeżnym najdłuższym dopływem rzeki Mała Panew, do której uchodzi na kilka kilometrów przed jej ujściem do Odry. Źródła rzeki znajdują się koło Strzelec Opolskich [7]. Swornica zbiera wody Maliny (lewego dopływu). Uchodzi do Małej Panwi w okolicy miejscowości Krzanowice. Rzeki przepływają przez tereny wiejskie i otoczone są łąkami oraz polami uprawnymi. Punkty pomiarowe na rzekach usytuowane były przy wschodniej granicy Opola. Były wytypowane w miejscach, gdzie rzeki przepływają przez tereny rolnicze – głównie łąki. Nie było tam bezpośredniego wpływu zanieczyszczeń punktowych. Celem pięcioletnich badań było stwierdzenie jak kształtuje się zawartość żelaza w wodzie rzek w powiązaniu z innymi wskaźnikami fizykochemicznymi oraz jak zachowują się populacje organizmów z grupy glonów.

Stężenie żelaza ogólnego w wodzie rzecznej w ilości 2 mg/dm³ jest wartością dopuszczalną dla życia ryb – jest to już w większości ilość toksyczna [3]. Pod wpływem dostających się do cieku związków żelaza zachodzą zmiany w rozwoju i życiu organizmów, w tym również glonów. Zmienia się liczebność różnych gatunków glonów w zależności od koncentracji w wodzie rzecznej żelaza. Żelazo konieczne jest w procesach fotosyntezy i oddychania. Wśród glonów, to głównie okrzemkom żelazo jest potrzebne do właściwego rozwoju, choć jego nadmiar w wodzie powoduje zubożenie flory tych glonów [21, 22].

Wśród badanych wskaźników fizykochemicznych w wodach rzek oprócz żelaza były uwzględnione: odczyn, temperatura wody, tlen rozpuszczony, BZT₅, formy azotu i fosforu, wapń, chlorki, miedź. Wartości wszystkich wskaźników z wyjątkiem żelaza charakteryzowały wody rzek jako czyste lub słabo zanieczyszczone.

Większe zawartości obserwowane były w sezonie wegetacyjnym - wiosna (osiągające około 4,0 do 4,7 mg/dm³ w Malinie, około 3,0 mg/dm³ w Swornicy). W Jemielnicy różnice te nie były tak wyraźne i wiosną żelazo miało koncentrację około 1,5 mg/dm³, jesienią od 0,9 do 2,4 mg/dm³ [12].

Ogółem we wszystkich badanych rzekach oznaczono 79 gatunków glonów, z przewagą okrzemek (*Bacillariophyceae*) – 51 gatunków. W Malinie były ogółem 44 gatunki glonów, Swornicy 32 gatunki i w Jemielnicy 53 gatunki. Wśród glonów jedynie okrzemki (m.in. *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala*, *Melosira varians*) rozwijały się przy podwyższonych wartościach żelaza (od 1,3 do 3,8 mg/dm³) masowo i w dużych ilościach [12].

Rzeka Libawa – woda rzeki wykorzystana przez gospodarstwo rybackie

Rzeka Libawa przepływa przez teren gminy Ozimek i należy do zlewni rzeki Odry. Przepływa przez środkowo-wschodnią części województwa opolskiego leżącego na Równinie Opolskiej. Jej długość to 21 km, większa część przepływa przez teren o wysokości do 300 m n.p.m., a w pobliżu Jeziora Turawskiego następuje obniżenie terenu do 200 m n.p.m. Wpada do zbiornika retencyjnego Turawa w miejscowości Dylaki (Rys. 4). Libawa jest czystą rzeką, w której warunki rozwoju znalazło wiele gatunków flory i fauny.



Rys. 4. Teren badań

Z wody rzeki Libawy i Potoku Prószkowskiego korzysta Ośrodek Zarybieniowy Ryb Łososiowatych i Reofilnych „POLIWODA” w Biestrzynie. Gospodarstwa stawowe, aby móc prowadzić działalność wymagają czystej wody dostępnej z niewielkiej odległości. Ośrodki hodowlane kierują się przede wszystkim wymaganiami ryb, które zamierzają produkować. W przypadku ryb łososiowatych standardy, jakie musi spełniać woda są bardzo wysokie [18].

Ośrodek „POLIWODA” jak każdy zakład produkuje substancje mogące niekorzystnie wpływać na środowisko przyrodnicze. Powstające tu zanieczyszczenia pochodzą głównie podczas karmienia ryb, jak również są skutkiem wydalania resztek przez ryby. W celu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń woda podczas spuszczenia ze stawów jest początkowo kierowana na specjalne stawy odstojni-

kowe i osadowe. Mają one na celu zatrzymać zawiesiny i osady zanim woda zostanie wyprowadzona do Libawy poniżej jazu piętrzącego.

Celem prowadzonych badań było stwierdzenie, jaki wpływ ma Ośrodek Zarybieniowy Ryb Łososiowatych i Reofilnych „POLIWODA” na jakość wody w rzece Libawa.

Łączna powierzchnia stawów jest niewiele większa niż 3 tysiące m², średnia głębokość wynosi 1,44m, średnia objętość stawów to 621,86m³ oraz średnia powierzchnia 434m² [10].

Każdy ośrodek prowadzący hodowlę ryb łososiowatych lub do jej hodowli zbliżoną, powinien spełniać normy zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 [20].

W wodach płynących występuje ich eutrofizacja, gdy stężenia podstawowych wskaźników eutrofizacji osiągają wartości:

- Fosfor ogólny > 0,25 mg P · dm⁻³
- Azot ogólny > 5 mg N · dm⁻³
- Azot azotanowy > 2,2 mg N_{NO3} · dm⁻³
- Azotany > 10 mg NO₃ · dm⁻³ [19].

Poniżej miejsca odprowadzania wody poprodukcyjnej do rzeki z Ośrodka „POLIWODA”, tuż za odprowadzalnikiem wody poprodukcyjnej z wylęgarni i basenów tuczu pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss*) wartości stężeń wskaźników biogennych mieściły się poniżej granic stężeń warunkujących rozpoczynający się proces eutrofizacji (Fot. 1)



Fot. 1. Stanowisko poniżej zrzutu wody [23]

Linia brzegowa w tym miejscu jest prosta, umocniona faszyną sosnową i olchową. Brzegi są intensywnie porośnięte większymi zaroślami oraz pokrzywą zwyczajną (*Urtica dioica* L.). Dno rzeki jest piaszczysto-żwirowe, miejscami kamieniste, porośnięte rzęśłą (*Callitriche* L.) i rdestnicą połyskującą (*Potamogeton lucens* L.).

Zbiornik Turawa – zakwity glonów w akwenie

Zbiornik retencyjny jest pod wpływem zanieczyszczeń dopływających przez dziesięciolecia Małą Panwią i wodami mniejszych dopływów (rzeka Rosa, Libawa) oraz na skutek działalności gospodarczej i rekreacyjnej prowadzonej nad brzegami akwenu. Ponieważ od wielu lat obserwowane są zakwity glonów w zbior-

niku podjęto badania nad fizykochemicznymi właściwościami wody i ich wpływem na organizmy roślinne – glony.

Większa część powierzchni dna zbiornika pokryta jest aluwialnymi mułami. Dno piaszczyste występuje przy północnym brzegu jak również w zatoce przy zaporze czołowej. Brzegi zbiornika zagospodarowane są w większości ośrodkami rekreacyjnymi. Fragmenty roślinności szuwarowej w postaci luźnych skupień pałki wąskolistnej i trzciny pospolitej występują przy północnym brzegu zbiornika w silniej zamulonych miejscach (Fot. 2).



Fot. 2. Północna część Jeziora Turawa ze skupiskami roślinności szuwarowej oraz objawami zakwitnięcia glonów w wodzie w roku 2015 – wrzesień [23]

W okresie wiosennym rozwijają się luźne zespoły rdestnic w przybrzeżnych partiach zbiornika, jednak wskutek spadku poziomu wody w okresie lata nie są one w stanie wytworzyć bardziej zwartych i trwałych skupień (Fot. 3).



Fot. 3. Północny brzeg Jeziora Turawskiego rdestnicą pływającą (*Potamogeton natans* L.) oraz objawami zakwitnięcia glonów w wodzie w roku 2015 – wrzesień [23]

Mała przezroczystość wody związana z częstymi i silnymi zakwitkami glonów, głównie sinic w okresie lata i jesieni uniemożliwia powstanie w głębszych partiach zbiornika zespołów roślinności podwodnej (Fot. 4)



Fot. 4. Południowy brzeg Jeziora Turawa – wrzesień 2007 [24]

Duże partie piaszczysto-żwirowego dna, przemieszczanie miękkich osadów, wskutek silnych prądów wody związanych ze sposobem wykorzystania wody, uniemożliwia wytworzenie bogatych i złożonych zespołów bentosowych [9].

Analizę składu gatunkowego biosestonu kształtującego się pod wpływem warunków fizyczno-chemicznych wody przeprowadzono w Jeziorze Turawskim w roku 2007 i 2015 w okresie lata i jesieni. W 2007 roku materiał do badań pobierano od czerwca do października. Punkt poboru prób zlokalizowano po południowej stronie Jeziora Turawskiego wystawionej na bezpośrednią ekspozycję słońca, gdzie woda ma głębokość około 1,5 m. W 2015 roku w badaniach biologicznych wód Jeziora Turawskiego analizie poddano peryfiton i fitoplankton. Materiał do badań mikroskopowych pobierano w sierpniu, wrześniu i październiku. Punkt poboru prób zlokalizowany był po północnej stronie Jeziora Turawskiego na wlocie do naturalnej utworzonej zatoczki, w której głębokość wody wynosi ok. 2,0 m.

W 2007 roku najliczniej reprezentowane były gatunki z *Bacillariophyceae* - 15 taksonów, a pośród nich najczęściej występowały *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Po nich były *Chlorophyta* - 14 taksonów, a wśród nich głównie *Pediastrum duplex* i *Pediastrum boryanum*. W grupie *Cyanophyta* oznaczono 13 taksonów, z dominacją gatunków *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis aeruginosa flos-aquae*, *Microcystis viridis*, *Microcystis wesenbergii*. Przewaga nad innymi grupami *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae* w składzie gatunkowym jest uważane za cechę typową dla zbiorników retencyjnych. Dynamika rozwoju charakteryzuje się następującymi cechami: zakwit sinicowy w okresie lata i jesieni, zwłaszcza w okresach ciepłych oraz okrzemkowy zakwit letnio – jesienny [17].

W próbach fitosestonu i peryfitonu w 2015 roku oznaczono łącznie 33 taksony glonów (gatunki wraz z odmianami lub w randze rodzaju) należących do 3 grup systematycznych. W próbach planktonowych było 12 taksonów, natomiast w próbach peryfitonowych 32 taksony. Najliczniej reprezentowane były gatunki z *Bacillariophyceae* - 18 taksonów, a pośród nich najczęściej występowały *Gomphonema constrictum*, *Gomphonema olivaceum*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Po nich były *Chlorophyta* - 13 taksonów, a wśród nich głównie *Cosmarium botrytis*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*. *Cosmarium botrytis* to gatunek szeroko rozpowszechniony i odporny na zanieczyszczenia organiczne. W grupie *Cyanophyta* oznaczono 2 taksony, z dominacją *Microcystis*

aeruginosa. W biosestonie zaobserwowano 6 taksonów zielenic, 4 okrzemek i 2 sinic. W peryfitonie natomiast najwięcej było gatunków okrzemek (18), mniej zielenic – 12 taksonów i 2 gatunki sinic.

Podsumowanie i wnioski

Stężenia wskaźników (azot azotanowy, azot ogólny, fosforany, fosfor ogólny, żelazo) w wodzie rzeki Mała Panew bywały niższe w przekroju Turawa niż Jedlice. Świadczy to o tym, że proces samooczyszczania wody rzeki Mała Panew w analizowanym okresie odbywał się kosztem pogorszenia warunków w zbiorniku Turawa. Przebieg linii trendu dla fosforanów zarówno przed zbiornikiem Turawa jak i poniżej niego wskazuje, że w ciągu lat badań zarówno gospodarka wodno-ściekowa prowadzona w zlewni Małej Panwi oraz użytkowanie rolnicze gruntów powodowały systematyczny, wzrastający dopływ biogenów do rzeki.

Na podstawie składu gatunkowego glonów i wartości wskaźnikowej tych organizmów można uznać wody rzeki Małej Panwi za β -mezosaprobowe.

Procent pozostałego ładunku metali ciężkich w zbiorniku Turawa jest orientacyjny i dlatego trudno jednoznacznie ocenić ich wpływ na życie biologiczne. Z przeprowadzonej analizy wynika, że wpływająca do jeziora rzeka pozostawia w nim zanieczyszczenia w różnych ilościach. Ładunki metali ciężkich wnoszone do zbiornika turawskiego i wypływające z niego mogły być podyktowane wielkością odpływu rocznego wody rzecznej. Zbiornik jest dla substancji zanieczyszczających, w tym metali ciężkich osadnikiem. Może to w konsekwencji doprowadzić do poważnego zagrożenia w funkcjonowaniu biologicznym akwenu.

Największe stężenia żelaza zanotowano w rzece Malinie, a najmniejsze w Jemielnicy. Zawartość żelaza w wodach rzek: Malina, Swornica i Jemielnica wykazywała wahania sezonowe.

Wśród glonów jedynie *Bacillariophyceae* rozwijały się masowo i w dużych ilościach przy znacznych wartościach koncentracji żelaza w badanych rzekach. Gatunki, których populacje rozwijały się masowo są wskaźnikami jakości wody głównie z grupy saproksenów

Woda rzeki Libawy poniżej ośrodka rybackiego nie ulega procesom eutrofizacji oraz spełniała normy określające maksymalne dopuszczalne wzrosty zawartości substancji biogennych i zawiesiny w wodach powierzchniowych po odprowadzeniu wody poprodukcyjnej z chowu lub hodowli ryb.

Dynamika rozwoju fitoplanktonu i peryfitonu Jeziora Turawskiego była charakterystyczna dla zbiornika zaporowego. W zbiorniku rozwijały się masowo głównie formy biosestonu uznawane za wskaźniki podwyższonej trofii wody (*Microcystis aeruginosa*, *Gomphonema constrictum* i *Asterionella formosa*). Masowe zakwity *Microcystis aeruginosa* odnotowano podczas badań zarówno w roku 2007 i 2015. Z wyjątkiem fosforu ogólnego, wartości wskaźników charakteryzujące warunki tlenowe oraz warunki biogenne pozwalały na zakwalifikowanie wody w zbiorniku jako mało zanieczyszczonej.

Bibliografia

- [1] Dane RZGW: 1996 i 2003 – *„Przepływy w rzece Mała Panew w 1995 i 2002 roku”*, Katowice i Opole
- [2] Dane WIOŚ: 1996 i 2003 – *„Parametry fizyczno-chemiczne jakości wody rzeki Mała Panew w 1995 i 2002 roku”*, Opole
- [3] Dojlido J.: 1995 - *„Chemia wód powierzchniowych”*, Wyd. Ekonomia i Środowisko
- [4] Góralczyk J., Makowiecki J.: 1983 – *„Przyrodnicze podstawy rozmieszczenia produkcji rolniczej w województwie Opolskim”*, Wydawnictwo Instytutu Śląskiego, Opole
- [5] Informacje i Opracowania Statystyczne.: 1999 - *Liczba i struktura ludności w woj. opolskim*. Urząd Statystyczny w Opolu
- [6] Informacje i Opracowania Statystyczne.: 1998 - *Wyniki spisu rolniczego 1998*. Urząd Statystyczny w Opolu
- [7] *„Inwentaryzacja przyrodnicza Opola”*: Opracowanie dla Urzędu Miasta Opola – strona internetowa Urzędu Miasta w Opolu (<http://www.opole.pl/ekologia>)
- [8] Makowiecki J. 1992 - *Problemy przestrzenne rolnictwa woj. Opolskiego* (badania ankietowe w gminach - 1992 r). Projekt badawczy nt. Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w ujęciu przestrzennym 1980 - 1990 - 2000 r., Warszawa
- [9] Martyniak A., Boroń Sł., Hliwa P., Grzelachowska R., Szymańska U., Gabryś B.: *Podstawy wędkarsko-rybackiego zagospodarowania zbiornika zaporowego Turawa. „Aquacompleks”*, Olsztyn 1995
- [10] *„Operat wodnoprawny na korzystanie z wód rzeki Libawy dla potrzeb ośrodka zarybieniowego ryb łososiowatych i reofilnych „Poliwoda” w Biestrzynie*. 2003. Urząd Powiatowy Miasta Opole, Arkadia, Opole
- [11] Ostrowska M.: 2005 - *„Analiza wyników badań fizyczno-chemicznych i biologicznych wód rzeki Mała Panew”*, rozdział: monografia „Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce” tom III, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: str. 131-140
- [12] Ostrowska M.: 2008 - *„Fitomikrobentos pod wpływem wysokich wartości żelaza w rzekach okolic Opola”*, czasopismo Problemy ekologii, nr 3, str. 142-144
- [13] Ostrowska M.: 2007 - *„Metale ciężkie w wodzie rzeki Mała Panew”*, rozdział: monografia *Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce*, tom V, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: s.243-247
- [14] Ostrowska M.: 2004 - *„Zanieczyszczenia powstające na terenie zlewni rzeki Mała Panew w latach 1995-1998”*, monografia (rozdział), „Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry”, Wrocław: Państwowy Instytut Geologiczny, str. 233-246
- [15] Plan Ochrony Wód Małej Panwi Praca zbiorowa. 1994, Instytut Ochrony Środowiska, Oddział we Wrocławiu
- [16] Plan Ochrony Wód Małej Panwi – 1995: *„Turystyczne zagospodarowanie obrzeży wodnego zbiornika zaporowego „Turawa” dla potrzeb ochrony i zagospodarowania wód zlewni rzeki Mała Panew”*, Praca zbiorowa. styczeń 1995, Instytut Ochrony Środowiska, Oddział we Wrocławiu

- [17] Puchalski W.: *Perspektywy rekultywacji wód*. Przegląd Przyrodniczy 1996; 7 (3-4):187-198
- [18] Rozporządzenie 2002 - *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych*. Dz. U. Nr 176, poz. 1455
- [19] Rozporządzenie 2002. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych*. Dz. U. Nr 241 poz. 2093
- [20] Rozporządzenie 2006. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* Dz. U. Nr 137, poz. 984
- [21] Siemińska J.: *„Flora słodkowodna Polski: Bacillariophyceae, Okrzemki”* PWN W-wa, 1964.
- [22] Turoboyski L.: *„Hydrobiologia techniczna”* PWN, W-wa, 1979
- [23] Fotografie 1 – 6: Małgorzata Ostrowska
- [24] Fotografia 7: Ressel Iwona

ANALIZA OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W MIEJSCOWOŚCI PIETROWICE WIELKIE

Streszczenie

W pracy przedstawiono podstawowe zagadnienia dotyczące opadów atmosferycznych. Badania prowadzono w okresie jesiennym i wiosennym. W przeprowadzonym eksperymencie wykorzystywano badania terenowe oraz laboratoryjne. W badanych próbach wyznaczono zawartość pH, ChZT, Al, P, N, PO₄, NO₃, Fe, NH₄, NO₂ oraz określono temperaturę (wody, na początku jak i na końcu opadu), intensywność i wielkość opadów. Badania porównano z wcześniejszymi wynikami prowadzonych prób na danym terenie z roku 2011 i 2012. Wyniki analiz mogą stanowić materiał źródłowy do innych badań.

Wstęp

Wody opadowe (deszcz lub śnieg) poddane badaniu pod kątem zawartości w nich związków chemicznych i pierwiastków pokazuje aktualny stan środowiska. Zagadnienie to jest istotne z punktu widzenia inżynierii i ochrony środowiska. Ważne dlatego jest badanie wód pod kątem jakościowym jak i ilościowym. Opad deszczu w ujęciu ilościowym zależy od zawartości pary wodnej w powietrzu - zmniejsza się w miarę odsuwania się od zbiorników wodnych oraz od wysokości obszaru n.p.m. Wraz ze zwiększaniem się odległości od oceanu następuje zmniejszenie się zawartości wilgoci w powietrzu. Właściwością wód opadowych jest również ich jakość, która może być bardzo zróżnicowana. Jakość zależy od: wymywania z powietrza zanieczyszczeń, zmywania zanieczyszczeń z powierzchni zlewni, stanu zagospodarowania przestrzennego zlewni, intensywności komunikacji i transportu [11].

Wody opadowe zawierają składniki powietrza atmosferycznego oraz występują również m.in.: tlenki azotu, dwutlenek siarki, tlenek węgla, dwutlenek węgla. Ilość i rodzaj substancji występujących w wodach opadowych zależy najczęściej od zanieczyszczeń atmosfery na danym obszarze, typu nawierzchni, oraz dominującego transportu kołowego, sposobu organizacji i uporządkowywania ulic, powierzchni terenów zielonych, natężenia, czasu i długości trwania opadu [3, 14]. Z danych literaturowych [9, 14, 16, 17] wynika, że zanieczyszczenia zawarte w wodach opadowych pochodzą z dwóch źródeł: zanieczyszczenia atmosferyczne, które są wyłapywane przez opad i wszelkiego typu zanieczyszczenia zmywane ze wszystkich powierzchni (np.; ulic, placów oraz dachów). Nie mniej ważnymi czynnikami wpływającymi na jakość wód opadowych

są warunki meteorologiczne oraz dystans samego opadu atmosferycznego od źródeł emisji zanieczyszczeń. Należy mieć na uwadze, że w konsekwencji powstające ścieki deszczowe zawierają zanieczyszczenia wpływające negatywnie na lokalne środowisko naturalne [4, 5, 6, 14, 18].

Opad klimatologiczny różni się nieco od opadu, który dotarł na powierzchnię gruntu. W pomiarach pojawiają się błędy systematyczne dotyczące nieścisłości urządzenia pomiarowego i najczęściej wywodzą się z przeprowadzania pomiaru przez obserwatora. Mogą być podyktowane działaniem silnego wiatru oraz zwilżaniem wewnętrznej ścianki deszczomierza. W Polsce na obszarach nizinnych mogą wynosić ok. 15-30% w skali roku mierzonej sumy opadów, a na terenach górskich mają wartości wyższe. Opady deszczu w przeciągu roku występują w sposób nierównomierny, a przebieg ich jest swoisty dla konkretnego terenu. Roczny tok pojawiania się opadów atmosferycznych przedstawia współczynnik opadów miesięcznych, a ich zmienność wskaźnik nierównomierności opadów. Przebieg opadów atmosferycznych można zobrazować graficznie w postaci histogramu - za pomocą słupków przedstawia się wysokość opadów w czasie (godzinie, dobie, miesiącu czy roku), a hietogram pokazuje w sposób ciągły proces opadu w sprecyzowanych przedziałach czasu.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań jakościowych i ilościowych wód deszczowych. Zawarto również porównanie wybranych parametrów składu wód zbadanych z wartościami źródłowymi zaczerpniętymi z innych opracowań. Wyniki pomiarów stanowiły materiał źródłowy potrzebny do analizy składu i natężenia, intensywności oraz wielkości opadu. Opady atmosferyczne zbierano w miejscowości Pietrowice Wielkie (50° 5' 3" N, 18° 5' 36" E) położonej w województwie śląskim, w powiecie raciborskim. Miało to miejsce okresie jesiennym i wiosennym roku hydrologicznego 2013/2014. Dodatkowym zadaniem było porównanie zawartości związków chemicznych w zebranym opadzie atmosferycznym z Pietrowic Wielkich z danymi ze źródeł literaturowych.

Teren objęty badaniami

Pietrowice Wielkie to wieś położona w województwie śląskim (powiat raciborski, gmina Pietrowice Wielkie) (Rys. 1, 2).

Gmina położona jest u wylotu Bramy Morawskiej pomiędzy Karpatami a Sudetami. Lokalizacja sprawia, że miejscowość ta ma specyficzny klimat. Niedaleko wsi przebiega granica z Czechami na odcinku 3,3 km. Gmina Pietrowice Wielkie zajmuje powierzchnię 68,07 km² i zamieszkiwana jest przez 7200 mieszkańców. Duży obszar gminy stanowią użytki rolne, w tym grunty orne, łąki, pastwiska, lasy i tereny zielone [26]. Teren Gminy jest w pewnej części zagospodarowywany pod nowe inwestycje, np. w miejscowości Kornice (obok Pietrowic Wielkich) powstała produkcja Eko – Okna, obecnie firma poszerza swą działalność i rozbudowuje zakład. W Raciborzu niedaleko Pietrowic Wielkich prężnie rozwija się sektor przemysłowy m.in. fabryka Rafako S.A., Mieszko, Henkel, Browar raciborski obok Zamku Piastowskiego czy SGL Carbon Group Polska S.A. Gmina Pietrowice charakteryzuje się łagodnym klimatem. Średnia wieloletnia temperatura szacuje się w okolicach +8°C. Rzeźba terenu jest wyżynna. Cechuje się urodzajnymi glebami powstałymi na utworach lessowych. Gleby te są urodzajne zaliczane do gleb pszenno-buraczanych powstałych zarówno z lessów

jak i utworów lessopodobnych przybierających postać gleb czarnoziemnych, brunatnych i ciemnoszarych. Udział gleb I-III klasy stanowi około 90% całościowej powierzchni gruntów orných. Gmina Pietrowice Wielkie, jest zaliczane do obszarów słabo zalesionym [19, 20].



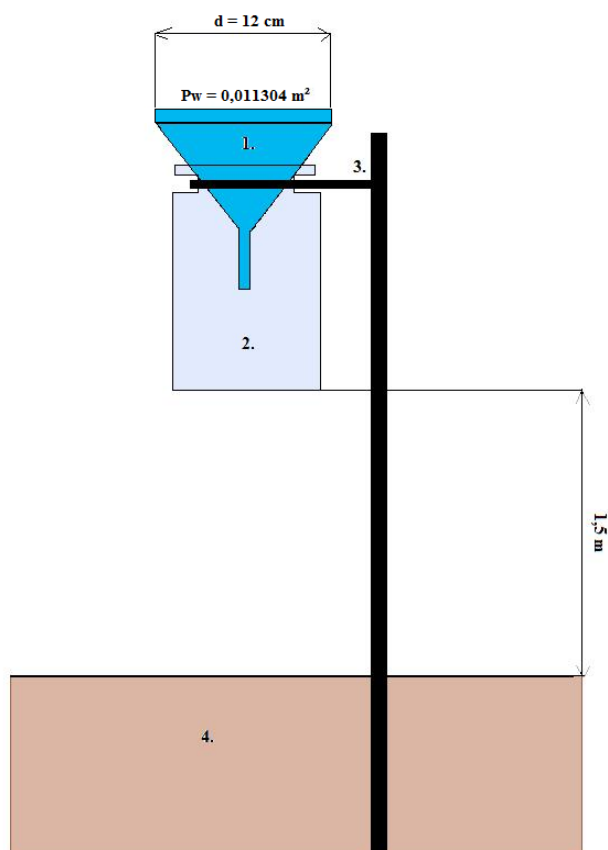
Rys. 1. Mapa pokazująca lokalizację Gminy Pietrowice Wielkie [21]



Rys. 2. Miejsce poboru wody opadowej w Pietrowicach Wielkich [20]

Metodyka badań

Do badań zbierano w terenie wodę opadową (opad mokry - wet only), a następnie badano ją w laboratorium. W tym celu skonstruowano deszczomierz (Rys. 3).



Oznaczenia: 1-plastikowy lejek; 2- szklany słoik; 3- konstrukcja stalowa wkopana do ziemi utrzymująca całą konstrukcję deszczomierza; 4- gleba

Rys. 3. Schemat konstrukcji deszczomierza

Umieszczono go w miejscu nieosłoniętym na wolnej przestrzeni w odległości 1,5 m nad ziemią. Konstrukcja deszczomierza została wykonana na podstawie opisów i zdjęć zawartych w literaturze [1, 11, 22, 25, 26]. Opad atmosferyczny zbierano w okresie jesiennym i wiosennym roku hydrologicznego 2013/2014. Teren zbioru opadu atmosferycznego był rozległy i nieosłonięty z żadnej strony zabudowaniami. Wokół deszczomierza nie znajdowały się również drzewa, które mogłyby zakłócić drogę opadu. Zebrano łącznie 25 próbek wody deszczowej, odpowiednio 7 w 2013 r. i 18 w 2014 r. Podczas poboru opadu istotne jest oznaczenie jego czasu trwania oraz temperatury zebranej wody deszczowej. Nie bez znaczenia jest również temperatura otoczenia na początku jak i na końcu opadu. Temperaturę otoczenia mierzono przy pomocy termometru zewnętrznego z podziałką co 1°C , natomiast temperaturę wody przy użyciu termometru do wody również z podziałką co 1°C . Czas opadu mierzono przy użyciu zegarka elektrycznego z dokładnością, co do sekundy. Woda opadowa zebrana do słoika była następnie przetransportowana do laboratorium i zostawała poddana bada-

niom laboratoryjnym. Zebraną wodę w deszczomierzu przelewano do miarki z podziałką, co 10 ml.

Na podstawie zebranych informacji dotyczących opadów obliczono wielkość i intensywność opadu. Do obliczenia wielkości opadu potrzebna jest średnica lejka oraz powierzchnia wlotu: średnica lejka $d = 12 \text{ cm}$; powierzchnia wlotu przy średnicy wlotu o kształcie kołowym $P = 113,04 \text{ cm}^2 = 0,011304 \text{ m}^2$. Zapisaną wartość w ml zamieniano na litry. Następnie wykorzystując znane wartości obliczono wielkość opadu z proporcji.

Przez natężenie opadu (I) należy rozumieć ilość opadu (P) w jednostce czasu (t). Na podstawie zebranych danych i podanej wielkości opadu obliczano intensywność opadu (I).

$$I = P/t \quad [\text{mm/h; mm/min}]$$

Zebrane informacje oraz wyliczone wartości umożliwiają na podstawie źródeł i twierdzeń różnych autorów [1, 11] określić rodzaj opadu.

Badania laboratoryjne jakościowe wód opadowych wykonano używając odczynników i Spectroquantu Nova60. Obejmowały one pomiar: pH wody, stężenia NO_2 , NH_4 , Fe, N, PO_4 , NO_3 , P. Dodatkowo przeprowadzono analizę porównawczą wyników własnych badań z danymi pozyskanymi ze źródeł literaturowych.

Podczas prowadzonych badań mogły powstać następujące błędy:

- błąd odczytu z miarki ($\pm 1 \text{ ml}$),
- błąd odczytu z termometru zewnętrznego jak i wody ($\pm 0,5^\circ\text{C}$),
- błąd wywołany niewłaściwym funkcjonowaniem urządzeń pomiarowych: Spectroquant TR320, Spectroquant Nova60, Merck,
- błąd w przypadku określenia wartości na podstawie skali barw ($\pm 0,1 \text{ mg/l}$).

Wyniki badań

Wyniki badań zostały przedstawione w tabelach oraz pogrupowane i zilustrowane w formie graficznej w postaci wykresów. W tabeli 1 przedstawiono klasyfikację rodzajów opadów, a w tabeli 2 wyniki ilościowe badań opadu atmosferycznego z Pietrowic Wielkich. Pokazano również interpretację graficzną wyników badań zarówno ilościowych jak i jakościowych.

Tab. 1. Klasyfikacja rodzajów opadu atmosferycznego z Pietrowic Wielkich

Data	Rodzaj opadu				Rodzaj deszczu ze względu na natężenie wg Chomicz*
	Ciągły	Z przerwami	Przelotny	Roszący	
2013 rok					
11-12.10	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
16.10	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
18.10	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
20.11	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
21.11	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
23.11	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
26.11	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
2014 rok					

25.03	-	-	Tak	-	Deszcz zwykły
29.03	-	-	-	Tak	Deszcz zwykły
08.04	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
09.04	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
10.04	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
10.04	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
14.04	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
15.04	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
22.04	-	Tak	-	-	Deszcz zwykły
23.04	-	-	Tak	-	Deszcz zwykły
24.04	-	-	Tak	-	Deszcz zwykły
25.04	-	-	Tak	-	Deszcz zwykły
07.05	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
12.05	-	-	Tak	-	Deszcz zwykły
13.05	Tak	-	-	-	Deszcz silny
15.05	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
16.05	Tak	-	-	-	Deszcz zwykły
17.05	Tak	-	-	-	Deszcz silny

* według Chomicza (1951) opady o natężeniu: poniżej 5 mm/h – deszcze zwykłe, 5-10mm/h – deszcze silne, 10-45mm/h - ulewy, 45-120 mm/h – deszcze nawalne [1].

Tab. 2. Wyniki badań opadu atmosferycznego z Pietrowic Wielkich

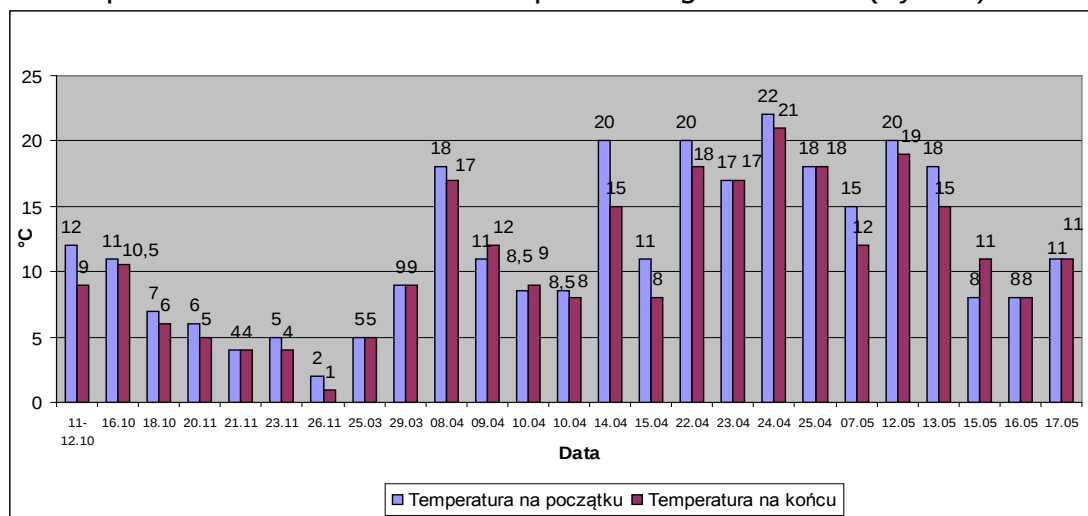
Data	Wielkość opadów [l/m²]	Intensywność opadu		Czas opadu [min]	Temperatura otoczenia		Temperatura wody [°C]
		[mm/min]	[mm/h]		Na początku [°C]	Na końcu [°C]	
2013 rok							
11-12.10	4,423	0,028	1,68	158	12	9	10
16.10	1,769	0,0196	1,18	90	11	10,5	10
18.10	20,347	0,061	3,66	335	7	6	6
20.11	1,132	0,057	3,42	20	6	5	5
21.11	0,885	0,022	1,32	40	4	4	4
23.11	0,088	0,0005	0,03	180	5	4	4
26.11	4,423	0,018	1,08	240	2	1	1
2014 rok							
25.03	0,0885	0,022	1,32	4	5	5	5
29.03	bd	bd	bd	3	9	9	bd
08.04	4,423	0,082	4,92	54	18	17	16
09.04	0,8846	0,015	0,9	60	11	12	12
10.04	2,654	0,011	0,66	240	8,5	9	10
10.04	1,327	0,009	0,54	150	8,5	8	10

14.04	0,0885	0,00074	0,0444	120	20	15	10
15.04	17,693	0,0369	2,214	480	11	8	6
22.04	2,654	0,0204	1,224	130	20	18	16
23.04	bd	bd	bd	4	17	17	bd
24.04	0,0885	0,00885	0,531	10	22	21	20
25.04	0,0885	0,01475	0,885	6	18	18	17
07.05	0,71	0,00472	0,2832	150	15	12	11
12.05	0,0885	0,0059	0,354	15	20	19	18
13.05	6,19	0,155	9,3	40	18	15	12
15.05	12,385	0,052	3,12	240	8	11	10
16.05	75,195	0,0696	4,176	1080	8	8	8
17.05	8,85	0,098	5,88	90	11	11	10,5

bd – brak danych wywołanych opadem o bardzo małej ilości, brak możliwości scharakteryzowania wielkość i intensywności opadu

Odnotowano większą ilość opadów w okresie wiosennym niż jesienią. Intensywność opadów jak również jego czas były zróżnicowane. Największy opad przypadał na połowę i drugą połowę miesiąca maja (okres wiosenny). Okres wiosenny charakteryzował się większą wielkością i intensywnością opadów w stosunku do okresu jesiennego. Największa intensywność opadów wystąpiła w maju, a w pozostałym czasie pozostawała na podobnym poziomie z wyjątkiem opadów 08.04.2014 r. i 18.10.2013 r. Czas trwania opadu był różny: najdłuższy odnotowano 16.05.2014 roku. W czasie przeprowadzonych badań czas opadu kształtował się poniżej 400 minut z wyjątkiem dwóch pomiarów: 15.04 jak i 16.05.2014 r.

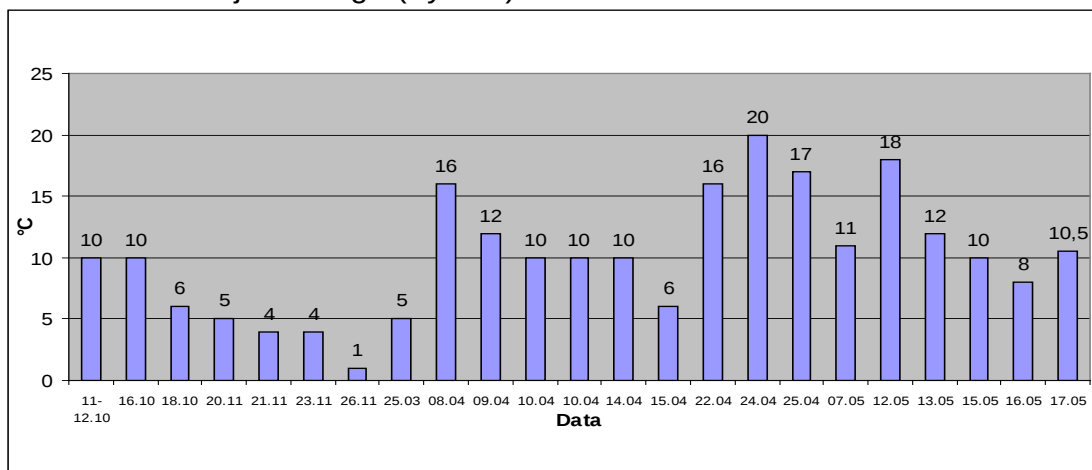
Temperatura otoczenia w trakcie opadów ulegała zmianie (Rys. 4).



Rys. 4. Temperatura otoczenia

Najwyższe temperatury otoczenia odnotowane zostały w kwietniu, najniższe natomiast w listopadzie. Różnica między temperaturą powietrza na początku opadu, a końcową na końcu opadu jest nieznaczna.

W okresie wiosennym temperatura wody deszczowej była wyższa w stosunku do okresu jesiennego (Rys. 5).



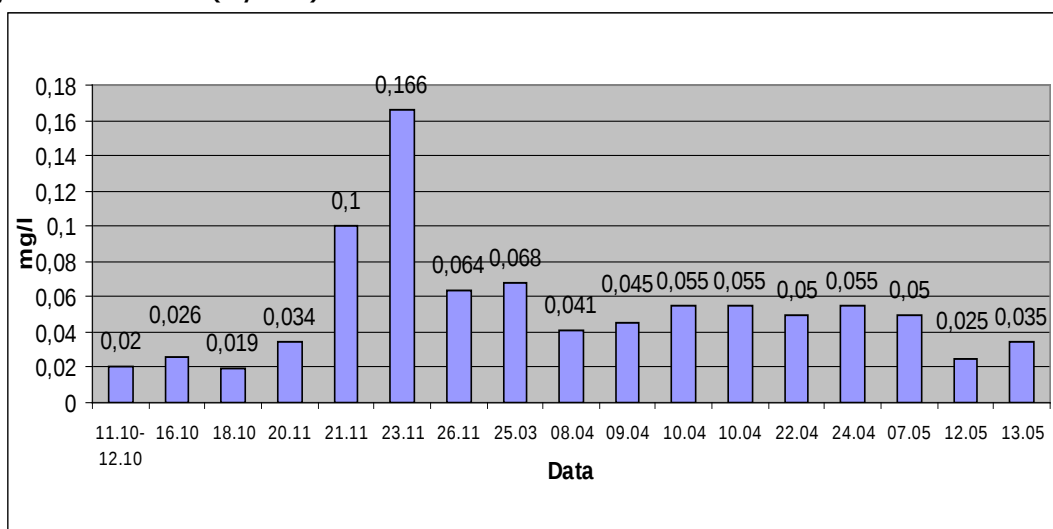
Rys. 5. Temperatura wody deszczowej

Najcieplejsza woda opadowa była pod koniec kwietnia tj. 24.04.2014 r. W okresie jesiennym temperatura wody nie przekraczała 10°C, a w okresie wiosennym mieściła się w granicy od 5-20 °C.

W przypadku NH_4 wartość pozostawała $<0,010$ mg/l dla wszystkich badanych prób.

Wartości pH w badanych próbach mieściły się w przedziale od 6,1 do 6,8. Taki odczyn wody deszczowej świadczy o tym, że woda miała odczyn lekko kwaśny. Najniższe wartości odczynu (6,1) wystąpiły w październiku, a najwyższa wartość 6,8 była odnotowana w marcu.

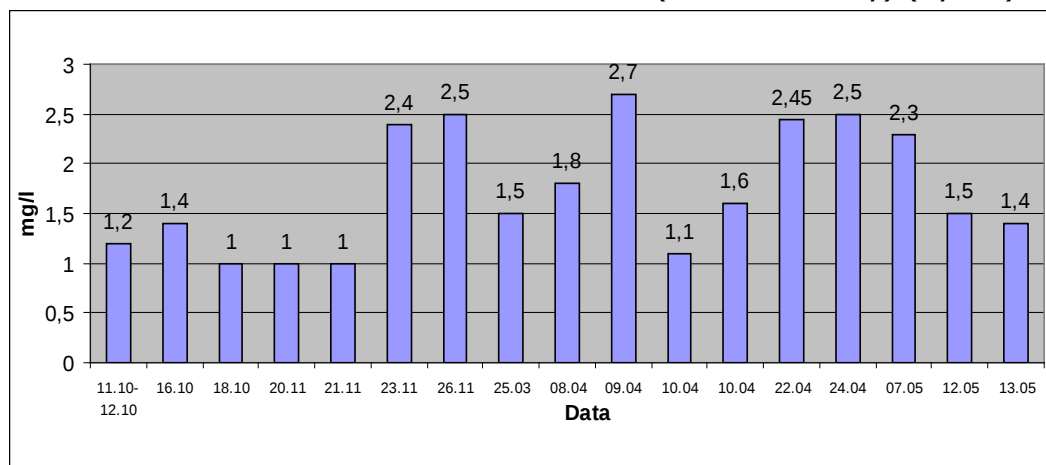
Największe stężenie NO_2 w wodzie opadowej było 21 i 23 listopada 2013 r. W dniu 18 października wartość NO_2 była najniższa w porównaniu z innymi wynikami badań (Rys. 6).



Rys. 6. Zawartość w wodzie deszczowej NO_2

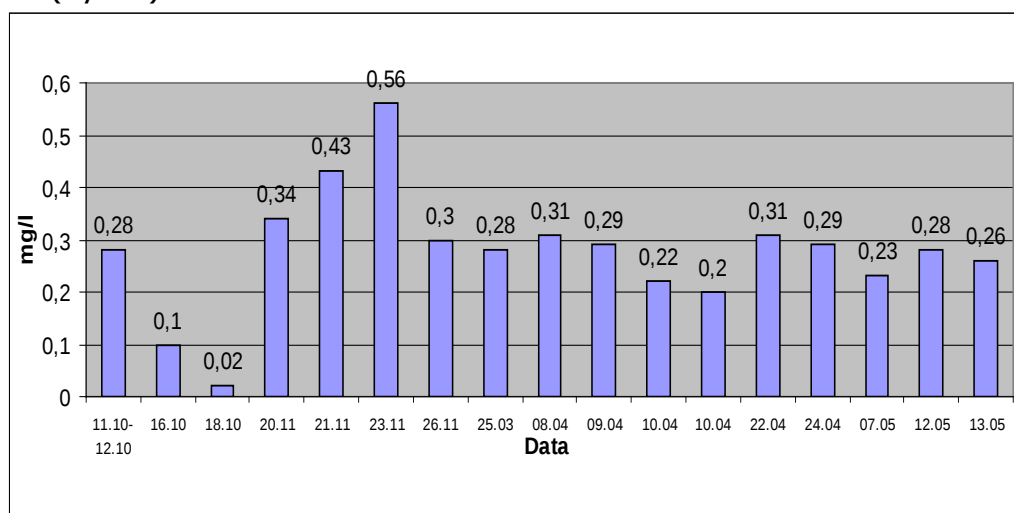
Najwyższa zawartość żelaza ($0,23\text{mgFe/l}$) odnotowana została 07.05.2014r. W pozostałych miesiącach wartość pozostawała na stałym poziomie: $0,04 - 0,08\text{mg/l}$. W dniu 18 października wartość żelaza była najniższa ($0,04\text{mg/l}$) w porównaniu z innymi wynikami badań.

Wartość NO_3 w okresie jesiennym od 18.10 do 21.11 utrzymywała się na poziomie 1 mg/l . Był to czas, kiedy wartość NO_3 była najniższa w porównaniu z innymi wynikami badań. Pozostałe wyniki są bardzo różne - najwyższe stężenie wartości NO_3 odnotowano w kwietniu 09.04 (okres wiosenny) (Rys. 7).



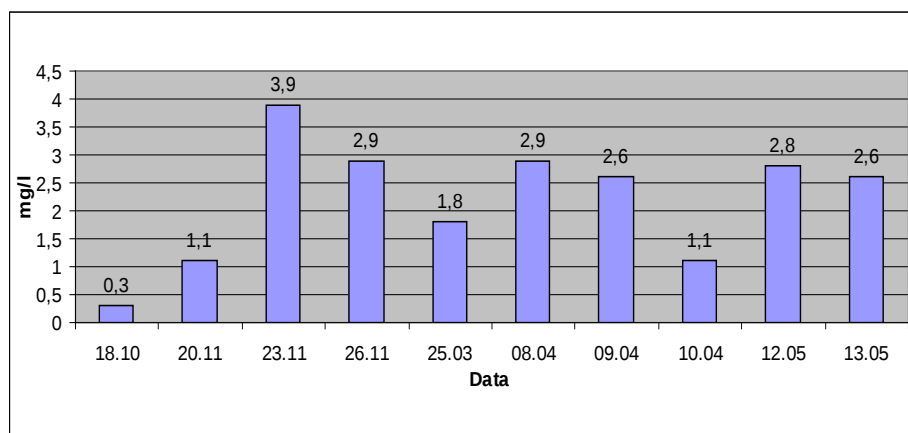
Rys. 7. Zawartość w wodzie deszczowej NO_3

Najniższe stężenie PO_4 odnotowano w okresie jesiennym 18.10, a najwyższe stężenia wystąpiły w listopadzie. Wartości PO_4 były w trzech pomiarach wyższe w okresie jesiennym w porównaniu z okresem wiosennym. W dniu 18 października wartość PO_4 była najniższa w porównaniu z innymi wynikami badań (Rys. 8).



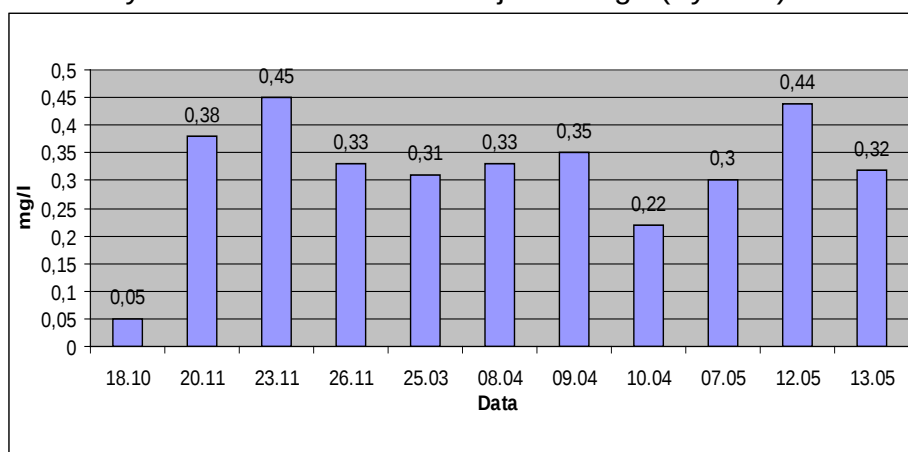
Rys. 8. Zawartość w wodzie deszczowej PO_4

W dniu 18 października ilość azotu ogólnego była najniższa w porównaniu z innymi wynikami badań. Najwyższą wartość stwierdzono 23 listopada 2013 r. (Rys. 9).



Rys. 9. Zawartość w wodzie deszczowej azotu ogólnego

Średnia zawartość fosforu ogólnego w badanych próbach była większa w okresie wiosennym w stosunku do okresu jesienno-wiosennego (Rys. 10).



Rys. 10. Zawartość w wodzie deszczowej fosforu ogólnego

W dniu 18 października wartość fosforu ogólnego była najniższa w porównaniu z innymi wynikami badań. Najwyższe wartości odnotowano 23 i 20 listopada 2013 r. oraz 12 maja 2014 r. Wartości fosforu w pozostałych terminach badań (z wyłączeniem 18.10, gdy wartość była najniższa) nie różniła się znacząco.

Wyniki zaprezentowanych pomiarów składu chemicznego wody opadowej były zróżnicowane. W zależności od pory roku wartości badanych wskaźników ulegały zmianie.

Analiza porównawcza wyników

W pracy zawarto porównanie wyników badań własnych z wynikami pochodzącymi ze stacji monitoringowej w Raciborzu z roku 2011 i 2012. W przypadku badań własnych próby były prowadzone z podziałem na okres wiosenny i jesienno-wiosenny, natomiast w stacji monitoringowej badania trwały cały czas z uwzględnieniem średnich parametrów danych wskaźników w miesiącu. Zestawienie wybranych parametrów umożliwia wyciągnięcie wniosków dotyczących zmian zachodzących w składzie wody deszczowej z roku na rok. Obecne badania poszerzyły zakres informacji o stanie jakościowym jak i ilościowym wód opa-

dowych na danym terenie. Wyniki tych prób pozwoliły zaktualizować dotychczas dostępne w źródłach rezultaty badań.

Porównanie składu opadu atmosferycznego z Pietrowic Wielkich z danymi pozyskanymi ze źródeł literaturowych

Zawiesiny opadające i nieopadające, rozpuszczone ciała stałe, substancje organiczne i nieorganiczne, drobnoustroje różnego typu, w tym chorobotwórcze stanowią główne zanieczyszczenia wód opadowych [8, 10, 11, 13, 15]. Opad atmosferyczny zawiera charakterystyczne dla danej zlewni zawartości i wielkości zanieczyszczeń. Właściwa ocena jakości wód opadowych dokonywana jest na podstawie cyklu bezpośrednich badań. Skład ścieków deszczowych przedstawia się w formie opisowej przy pomocy wskaźników zbliżonych do tych występujących w przypadku ścieków bytowo-gospodarczych (tabela 3). Również uwzględnia się w konkretnych przypadkach (duże uprzemysłowienie zlewni) stężenie substancji ropopochodnych, chlorków, metali ciężkich, substancji biogennych [2, 7, 8, 11, 12, 13].

Tab. 3 Przykładowe stężenia zanieczyszczeń znajdujące się w wodach opadowych [10, 11]

Wskaźniki zanieczyszczeń	Zakres wartości
pH	3,9 - 8,7
Zawiesina ogólna, g/m ³	5 - 40000
BZT ₅ , g/m ³	1 - 1100
ChZT, g/m ³	5 - 3100
Chlorki, g/m ³	5 - 428
Azot ogólny, g/m ³	0,3 - 12,7
Ołów, g/m ³	0,9 - 12,6

Analiza porównawcza zawiera średnie wartości wskaźników w danym miesiącu. Poniżej przedstawiono przykładowe porównania wyników wybranych wskaźników, do których można zaliczyć m.in.: pH, żelazo, azot ogólny, fosfor ogólny, azotyny i azotany. Zestawianie rezultatów badań miało na celu zdiagnozowanie stanu środowiska, a przede wszystkim ocenienie składu wód opadowych na przestrzeni lat. Istotnym aspektem jest porównanie wyników i analiza składu chemicznego wód opadowych w dłuższym okresie czasu.. Pod każdym zestawieniem tabelarycznym zawarto wnioski porównawczy dotyczące zmian zawartości danego parametru z roku na rok [23], [24].

Tab. 4. Analiza porównawcza odczynu wód opadowych

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X	XI
pH	6,8	6,6	6,5	6,2	6,55	5,66 - 5,98	5,68 - 5,65	5,76 - 6,33	6,48 - 5,83	5,47

Wartości pH zmierzone w 2013 i 2014 roku są wyższe w porównaniu z danymi z 2011 i 2012 z wyjątkiem października 2011 roku. Dane z 2011 i 2012 roku wskazują na lekko kwaśny charakter deszczu oraz charakteryzują się od-czynem bardziej kwaśny w stosunku do roku 2013 i 2014.

Tab. 5. Analiza porównawcza zawartości żelaza w wodach opadowych

	Własne badania				Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu			
					2011/2012 r.			
Miesiące	IV	V	X	XI	IV	V	X	XI
Fe [mg/l]	0,057	0,07	0,08	0,23	0,077 - 0,100	0,025 - 0,063	0,036 - 0,088	0,044

Zawartość żelaza w wodach opadowych była porównywalna. Wyjątek stanowi wartość z grudnia 2013 roku (0,23 mg/l), która była najwyższa.

Tab. 6. Analiza porównawcza stężenia fosforu ogólnego

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X	XI
P [mg/l]	0,31	0,3	0,353	0,05	0,387	0,060 - 0,150	0,050 - 0,025	0,025 - 0,025	0,025 - 0,025	0,025

Uzyskane wyniki badań świadczą o wzroście zawartości P w wodach opadowych podczas badań w porównaniu z danymi dostępnymi ze stacji monitoringowej w Raciborzu z roku 2011 i 2012.

Tab. 7. Analiza porównawcza stężenia azotu ogólnego

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X	XI
ΣN [mg/l]	1,8	2,2	2,7	0,3	2,63	2,11 - 4,90	4,31 - 3,18	1,67 - 2,07	1,30 - 1,28	0,90

Ilość azotu ogólnego w wodach opadowych zmalała w niektórych miesiącach, a w niektórych wzrosła. Wyniki analiz są porównywalne. Najniższe wartości zarejestrowano w miesiącu październiku w przypadku badań własnych oraz w listopadzie w przypadku danych ze stacji monitoringowej – wartości te były poniżej jedności.

Tab. 8. Analiza porównawcza stężenia azotynów

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
	Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X
Azotyny [mgNO ₂ /l]	0,068	0,05	0,0367	0,022	0,12	0,60	1,5	0,04	0,04	0,20

Tab. 9. Analiza porównawcza stężenia azotanów

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
	Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X
Azotany [mgNO ₃ /l]	1,5	2,025	1,73	1,2	1,725	1,00	0,99	0,77	0,28	0,20

Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu podają wartości mniejsze w porównaniu do wyników pozyskanych z własnych badań. Zauważalny wzrost zawartości azotynów i azotanów w wodach opadowych.

Tab. 10. Analiza porównawcza stężenia azotu amonowego

	Własne badania					Dane ze stacji monitoringowej w Raciborzu				
						2011/2012 r.				
Miesiące	III	IV	V	X	XI	III	IV	V	X	XI
[mgNH ₄ /l]	<0,010					1,10 - 2,50	2,50 - 1,90	0,86 - 1,20	0,82 - 0,55	0,39

Zawartość NH₄ w wodach opadowych zmniejszyła się bardzo w 2013/2014 w porównaniu do poprzednich lat.

Podsumowanie i wnioski

Analiza opadów atmosferycznych umożliwia zapoznanie z dokładnym ich składem oraz ilością. W tym celu prowadzono badania ilościowe i jakościowe wód opadowych w miejscowości Pietrowice Wielkie. Wykonano analizę oraz interpretację prób z podziałem na okres wiosenny i jesienny. W badaniach własnych określano zawartość następujących wskaźników: pH, Fe, P, ΣN, NO₂, NH₄, NO₃, PO₄ w wodach opadowych, natomiast w stacji monitoringowej uwzględniano: pH, przewodność, chlorki, siarczany, azotyny i azotany, azot amonowy, sód, potas, wapń, magnez, cynk, miedź, żelazo, ołów, kadm, nikiel, chrom ogólny, mangan, azot ogólny, fosfor ogólny, jon wodorowy. Ponadto w badaniach własnych określano rodzaj, wielkość i intensywność opadów oraz temperaturę (wody, na początku i na końcu opadu). W badaniach realizowanych w stacji monitoringowej prowadzono również zapisy sum miesięcznych opadów. Wyniki wykazały, że występują zmiany w składzie wód opadowych w zależności od pory roku, miesiąca jak również i lat. Zestawienie własnych badań z danymi ze

stacji monitoringowej ukazuje zachodzące zmiany w środowisku oraz poszerza zakres informacji na temat problematyki wód opadowych. Tematyka opadów atmosferycznych i ich badań jest bardzo ważna z punktu widzenia inżynierii i ochrony środowiska, ponieważ przedstawia zmiany składu i ilości zanieczyszczeń środowiska wymywanych z opadem na przełomie lat.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań i porównywania ich z danymi ze stacji monitoringowej w Raciborzu sformułowano wnioski. Po przeprowadzonej analizie porównawczej wyników badań można stwierdzić, że:

- badania wykonano zgodnie z założonym celem pracy,
- zawartość niektórych wskaźników z roku na rok wzrastała, może to być wywołane transportem zanieczyszczeń w powietrzu oraz wpływem przemysłu i lokalnej gospodarki,
- w przeprowadzonych badaniach w laboratorium UO odczyn prób zbliżał się do obojętnego, a w przypadku danych ze stacji monitoringowej był bardziej kwaśny,
- zauważalny wzrost bądź spadek wartości różnych wskaźników,
- zaktualizowane badania laboratoryjne dają szersze spojrzenie na skład i problematykę dotyczącą opadów atmosferycznych,
- poszerzone badania aktualizują szersze spektrum problematyki wód opadowych i przedstawiają w sposób szczegółowy stan środowiska.

Literatura i strony internetowe

- [1] Bajkiewicz - Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2010,
- [2] Bartkowska I., *Analiza porównawcza jakości spływów deszczowych z terenu miasta Białegostoku*, materiały symposium pt. „Podczyszczanie wód opadowych. Wymagania formalnoprawne i możliwości techniczne”, Gdańsk 2000,
- [3] Błaszczak W., Roman M., Stomatello H., *Kanalizacja*, Arkady, T. 2, Warszawa 1974, s.28-32,
- [4] Dąbrowski W., *Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko*, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2004,
- [5] Dąbrowski W., *Ocena wielkości ładunków zrzucanych przez przelewy burzowe*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 06/2007, s. 22-25,
- [6] Dąbrowski W., *Strategia postępowania z przelewami burzowymi*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 06/2007, s. 13-19,
- [7] Garbarczyk K., *Zanieczyszczenia w spływach roztopowych odprowadzanych systemem kanalizacji deszczowej do wód powierzchniowych*, IX Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu „Problemy gospodarki wodno - ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych”, Rajgród 1997,
- [8] Garbarczyk K., *Wpływ składu ścieków deszczowych na zawartość zanieczyszczeń w osadach zatrzymywanych w ulicznych wpustach deszczowych*, XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu „Problemy gospodarki wodno - ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych”, monografie PAN, vol.30, Białystok 2005,
- [9] Gomółka E., Szaynok A., *Chemia wody i powietrza*, 1986,

- [10] Heidrich Z. [red.], *Gospodarka wodno-ściekowa*, Wyd. Verlag Dashofer sp. z o.o., Warszawa 2002,
- [11] Królikowska J., Królikowski A., *Wody opadowe odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie*, Wydawnictwo Seidel - Przywecki Sp.z o.o., 2012,
- [12] Królikowski A., *Skład wód opadowych i jego wpływ na sposób ich podczyszczania*, I Ogólnopolska Konferencja Naukowo-techniczna INFRAEKO 2008, Rzeszów/Paczółtówice 2008,
- [13] Królikowski A., Garbarczyk K., Gwoździej-Mazur J., Butarewicz A., *Osady powstające w obiektach systemu kanalizacji deszczowej*, monografia PAN, vol. 35, Białystok 2005,
- [14] Łomotowskiego J. [red.], *Wody opadowe a zjawiska ekstremalne*, Wyd. Seidel - Przywecki Sp. z o.o., 2011,
- [15] Osmólska-Mróż, *Prognozowanie i ochrona jakości wód powierzchniowych na terenach miejskich*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1992,
- [16] Roman M., *Kanalizacja. Oczyszczanie ścieków*, Arkady, T. 2, Warszawa 1986,
- [17] Sawicka-Siarkiewicz H., *Ograniczenie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru*, Wyd. IOŚ, Warszawa 2003,
- [18] Wałęcka D., Małecki J.J., *Udział opadów atmosferycznych w kształtowaniu chemizmu wód strefy hipergenicznej. Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2000,
- [19] http://www.euroregion-silesia.eu/show_text.php?id=pietrowice-wielkie
- [20] <http://www.pietrowicewielkie.pl/site/index/4/39.html>
- [21] http://www.euroregion-silesia.eu/show_text.php?id=pietrowice-wielkie
- [22] www.deszczowka.pl
- [23] <http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2011/opady.pdf>
- [24] <http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2012/rapimgw.pdf>
- [25] http://stary.wl.sggw.pl/units/hodowla/lwf_ssz/meteo/Opady.pdf
- [26] https://www.google.pl/search?q=deszczomierz&client=firefox-a&hs=jle&rls=org.mozilla:pl:official&channel=sb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=2SWTU-L4NvD04QTbpIGwCw&ved=0CCYQsAQ&biw=1708&bih=731&dpr=0.8#imgdii=_

Abstract:

In the paper presents basic issues regarding precipitation. The study was conducted in autumn and spring. In the experiment were used field and laboratory studies. In the tested samples were determined contents of pH, ChZT, Al, P, ΣN, PO₄, NO₃, Fe, NH₄, NO₂ and set the temperature (of water at the beginning and also at the end of precipitation), the intensity and the amount of precipitation. The study were compared with previous results of tests conducted in the specified area in 2011 and 2012. The findings may be source material for other analyses.

Małgorzata OSTROWSKA¹⁾

Monika PAWLITA-POSMYK ²⁾

CHARAKTERYSTYKA GOSPODARKI ODPADAMI W GMINIE SKARBIMIERZ

Abstrakt:

W pracy przedstawiono podstawowe zagadnienia dotyczące odpadów oraz problematykę dotyczącą gospodarowania odpadami na terenie gminy Skarbimierz z wyszczególnieniem poszczególnych miejscowości znajdujących się na jej obszarze. Zobrazowano również nawyki mieszkańców, posiadaną wiedzę przez mieszkańców lub jej brak z zakresu odpadów. W celu oceny gospodarki odpadami na terenie gminy przeprowadzono badania ankietowe wśród mieszkańców gminy Skarbimierz oraz przeprowadzono przykładowe obliczenia m.in. dotyczących ograniczenia składowanych odpadów ulegających biodegradacji oraz ilości odpadów komunalnych w danym roku. Z pracy można wyciągnąć wiele wniosków np.: mieszkańcy posiadający wyższe wykształcenie posiadają większą wiedzę z gospodarki odpadami; cena jest często decydującym wyznacznikiem co odbija się na gospodarce odpadami; ogólna dobra świadomość znajomości odpadów niebezpiecznych, ich zbiórki, rodzajów oraz elementarnych pojęć z tego zakresu wśród mieszkańców.

Wstęp

Człowiek swoją działalnością zarówno w sferze życia codziennego jak i w pracy powoduje powstawanie odpadów. Odpady to wszystkie substancje, przedmioty, które straciły swą wartość użytkową i są one nieprzydatne w danym miejscu i czasie. Powstały w wyniku działalności bytowej i gospodarczej ludzi. To również m.in.: niewykorzystane przeterminowane lekarstwa, gruz rozbiórkowy, gromadzone w zbiornikach bez odpływu wydzieliny pochodzenia ludzkiego, osady, odpady z placów zabaw, ogrodów i parków oraz gospodarstw domowych [1]. Każdy odpad może stać się surowcem lub materiałem w chwili jego ponownego zagospodarowania bądź wykorzystania ponownie w innej postaci [2], [5]. Z roku na rok zwiększa się poziom życia ludzi i rozwój techniczny. Konsekwencją tego jest powiększająca się ilość odpadków. Śmieci są jednym z poważniejszych zagrożeń dla zdrowia i środowiska przyrodniczego. Odpady przemysłowe wykazują działanie toksyczne i rakotwórcze na organizm człowieka.

Celem pracy jest zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi odpadów w gminie Skarbimierz i określenie wiedzy mieszkańców gminy dotyczącej problematyki gospodarki odpadami. Przedstawiono zagrożenia dla środowiska pochodzące z gospodarowania odpadami na terenie gminy. Przeprowadzono badania ankietowe wśród mieszkańców gminy z wyszczególnieniem poszczególnych miejscowości znajdujących się na jej terenie.

Charakterystyka gminy Skarbimierz

Gmina Skarbimierz położona jest w zachodniej części województwa Opolskiego (Rys. 1). Gmina ta należy do powiatu brzeskiego. Graniczy od strony północnej z gminą Lubsza i gminą miejską Brzeg, od południa z gminą Olszanka i gminą Wiązów, ze strony zachodniej z gminą Oława należąca do województwa dolnośląskiego a z wschodu z gminą Popielów oraz gminą Lewin Brzeski. Gmina jest wspólnotą samorządową, w skład której wchodzi 14 sołectw i jedno osiedle [6, 7].

1. Bierzów
2. Brzezina
3. Kopanie
4. Kruszyna
5. Lipki
6. Łukowice Brzeskie
7. Małujowice
8. Pawłów
9. Pępice
10. Prędocin
11. Skarbimierz (wieś)
12. Skarbimierz Osiedle
13. Zielęcice
14. Zwanowice
15. Żłobiona



Rys. 1. Mapa administracyjna Gminy Skarbimierz [6]

Powierzchnia Gminy Skarbimierz zajmuje obszar 110 km² [6].

Ludność gminy Skarbimierz

Zmiany w demografii w ostatnich latach sprawiają, że wzrasta liczba mieszkańców gminy. Analiza 7 lat pokazuje, że przyrost liczby ludności wynosi 1%. Przyczyną takiego zjawiska jest migracja mieszkańców Brzegu na tereny gminy Skarbimierz oraz rozwój strefy ekonomicznej (zakładów) na lotnisku w Skarbimierzu [7].

Tab. 1. Liczba ludności gminy z wyszczególnieniem poszczególnych miejscowości [4]

Miejscowość:	Charakterystyka:
BIERZÓW	Liczba ludności: 195 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Bierzów o obszarze 270,40 ha
BRZEZINA	Liczba ludności: 562 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Brzezina o obszarze 1118,28 ha
KOPANIE	Liczba ludności: 160 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Kopanie o obszarze 332,60 ha
KRUSZYNA	Liczba ludności: 285 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Kruszyzna o obszarze 619,00 ha
LIPKI	Liczba ludności: 650 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Lipki o obszarze 1192,30 ha
ŁUKOWICE BRZESKIE	Liczba ludności: 554 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Łukowice Brzeskie o obszarze 1099,90 ha
MAŁUJOWICE	Liczba ludności: 444 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Małujowice o obszarze 985,23 ha
PAWŁÓW	Liczba ludności: 446 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Pawłów o obszarze 673,98 ha
PĘPICE	Liczba ludności: 388 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Pępice o obszarze 855,19 ha
PRĘDOCIN	Liczba ludności: 220 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Prędocin o obszarze 1221,90 ha
SKARBIMIERZ	Liczba ludności: 198 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Skarbimierz o obszarze 257,28 ha
SKARBIMIERZ OSIEDLE	Liczba ludności: 2001 (stan z 31.12.2007) Teren działania samorządu mieszkańców osiedla obejmuje miejscowość Skarbimierz Osiedle.
ZIEŁĘCICE	Liczba ludności: 267 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Zieleńcice o obszarze 447,80 ha
ZWANOWICE	Liczba ludności: 409 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Zwanowice o obszarze 726,84 ha
ŻŁOBIZNA	Liczba ludności: 554 (stan z 31.12.2007) Teren działania Sołectwa obejmuje wieś Żłobizna o obszarze 650,86 ha

Analiza gospodarki odpadami komunalnymi na terenie gminy Skarbimierz pochodzi z ankiet wypełnionych przez przedsiębiorstwa zajmujące się zbiórką, transportem i zagospodarowaniem odpadów:

Tab. 2. Zakłady oraz przedsiębiorstwa odpowiedzialne za gospodarkę odpadami [6, 7]

1. Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych van Gansewinkel-Dolny Śląsk Sp. z o.o. Oława ul.Portowa 7
2. Zakład Higieny Komunalnej Sp. z o.o. Brzeg ul. Saperska 1
3. Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych „KOMUS” Brzeg ul. M. Konopnickiej 8a
4. Przedsiębiorstwo REMONDIS Opole Sp. z o.o. Opole Aleja Przyjaźni 9
5. „GRABOWSKI” Marek Grabowski, Oława ul. Słowackiego 26
6. Przedsiębiorstwo Oczyszczania ALBA, Wrocław ul. Ostrowskiego 7

Tab. 3. Dane dostarczone przez wyżej wymienione firmy w 2008 roku dotyczące zdeponowania na składowisku różnych rodzajów odpadów [6, 7]

Rodzaj odpadów	Ilość odpadów
odpady komunalne	795,7 Mg
tworzywo	26,2 Mg
papier i tektura	8,2 Mg
szkło	35,9 Mg

Średni wskaźnik nagromadzenia odpadów komunalnych przypadający na jednego mieszkańca w 2008 roku wyniósł 121,55 kg/M rok [6].

Analiza ilości wytwarzanych odpadów w gminie

Gmina Skarbimierz ma charakter wiejski. Osiedle Skarbimierz natomiast ze względu na swoją wielorodzinną zabudowę oraz infrastrukturę wyodrębniono w bilansie i potraktowano jako teren miejski. Podczas szacowania rzeczywistej ilości odpadów przyjęto najnowsze wskaźniki nagromadzenia wytwarzanych odpadów komunalnych dla poszczególnych środowisk [7].

Tab. 4. Wskaźniki nagromadzenia poszczególnych rodzajów odpadów komunalnych wg KPGO 2010 [6, 7]

Wskaźniki nagromadzenia poszczególnych rodzajów odpadów				Bilans odpadów komunalnych			
Rodzaj odpadów komunalnych	Jednostka	Osiedle	Wieś	Jednostka	Osiedle	Wieś	Suma
Odpady z gospodarstw domowych	kg/M rok	230	140	Mg/rok	441,14	736,96	1178,1
Odpady z infrastruktury	kg/M rok	95	30	Mg/rok	182,21	157,92	340,13
Odpady z oczyszczania ulic i placów	kg/M rok	8	0	Mg/rok	15,34	0,00	15,34
Odpady wielkogabarytowe	kg/M rok	15	10	Mg/rok	28,77	52,64	81,41
suma	kg/M rok	348	180	Mg/rok	667,46	947,52	1614,98

Zakład Gospodarowania Odpadami w Gać- segregacja, odzysk, unieszkodliwianie

ZGO posiada pozwolenie zintegrowane. Instalacja znajduje się od strony wschodniej gminy Oława, na obszarze administracyjnym miejscowości Gać, nie-daleko gminy Skarbimierz [7, 8].

Składowisko otaczają rowy opaskowe, które nie pozwalają dostawaniu się wód powierzchniowych i podziemnych do niecki tego składowiska.

Firma zajmuje się m.in.: zagospodarowaniem odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, obsługiwaniem systemu selektywnej zbiórki odpadów (karton, plastik, szkło), sortowaniem (zbiórka selektywna i odpady komunalne), odzyskiem odpadów wielkogabarytowych, przenoszeniem określonych odpadów do odzysku i recyklingu, unieszkodliwianiem poprzez składowanie na składowisku oraz sprzedażą surowców wtórnych, np. makulatury czy opakowań z tworzyw sztucznych [8].



Fot. 1. Selektywna zbiórka –transport –sortowanie -odzysk-unieszkodliwianie [3]

Tab. 5. Rodzaje i ilości (w Mg) odpadów poddane sortowaniu w ZGO Sp. Z o.o. w latach 2004-2011 wraz ze sprzedażą odzyskanych surowców [3].

Lp	Nazwa, rodzaj odpadu	kod odpadu	2007	2008	2009	2010	2011
1.	Opakowania z papieru i tektury	150101	601,01	1 191,74	2 006,55	392,17	227,70
2.	Opakowania z tworzyw sztucznych	150102	602,62	1 175,54	2 025,04	1 889,73	1 534,75
3.	Zmieszane odpady opakowaniowe	150106	777,52	1 634,62	2 562,14	2 708,61	1 203,65
4.	Opakowania ze szkła	150107	400,25	903,07	1 382,42	1 029,75	1 241,36
5.	Papier i tektura	200101	37,58	16,44	28,36	31,76	4,58
6.	Szkło	200102	167,41	190,48	130,21	57,04	4,64
7.	Tworzywa sztuczne	200139	63,47	17,63	100,05	133,24	666,82
Masa przyjętych odpadów selektywnie gromadzonych			2 649,86	5 129,52	8 234,77	6 242,30	4 883,50
8.	Niesegregowane odpady komunalne	200301	39 476,50	48 322,26	51 275,18	54 346,97	54 193,06
Łączna masa przyjętych odpadów			42 126,36	53 451,78	59 509,95	60 589,27	59 076,56
Masa wysortowanych (sprzedanych) surowców			2 982,70	3 911,25	4 843,41	4 076,00	4 931,01

Masa przekazanego do odzysku komponentu RDF	0,00	0,00	0,00	617,58	3 400,00
Łącznie	2 982,70	3 911,25	4 843,41	4 693,58	8 331,01
Odzysk (sprzedaż) surowców [%]	7,08	7,32	8,14	7,75	14,10

Cel i metodyka badań

Sporządzona ankietą w ilości 100 kopii trafiła do mieszkańców gminy Skarbimierz, miała ona charakter anonimowy. Rozdzielenie tej liczby egzemplarzy zależało od liczby mieszkańców danej miejscowości leżącej na terenie gminy. Analiza poszczególnych ankiet z danych miejscowości odbyła się w kolejności losowej. Forma tego rodzaju badania jest zbiorem pytań otwartych jak i zarazem zamkniętych. Pozyskane odpowiedzi ankietowanych mają posłużyć do rozwiązania pewnego problemu. Odzew ten będzie opracowywany statystycznie, a wyniki zinterpretowane i objaśniane graficznie.

Badania ankietowe wśród mieszkańców gminy Skarbimierz

Celem przeprowadzenia ankiety było zbadanie problematyki gospodarowania odpadami na terenie gminy Skarbimierz z wyszczególnieniem poszczególnych miejscowości gminy. Tego typu badanie ma również przedstawić nawyki ludzi zamieszkujących teren gminy w obszarze gospodarki odpadami. Pozwala zapoznać się z propozycjami mieszkańców jak można udoskonalić gospodarkę odpadami. Wyniki ankiety pokazują czy istnieją jakiekolwiek zależności pomiędzy racjonalnym gospodarowaniem odpadami w gospodarstwie domowym a wykształceniem mieszkańców albo ich wiekiem. Badanie to miało pokazać również czy mieszkańcy posiadają jakąkolwiek wiedzę na temat gospodarowania odpadami oraz to czy angażują się w działania mające charakter ekologiczny oraz ocenienie wpływu oddziaływania odpadów na terenie gminy na środowisko w tym na wody gruntowe.

Treść ankiety

Ankieta ma na celu zbadanie problematyki gospodarowania odpadami na terenie województwa opolskiego w gminie Skarbimierz. Forma tego rodzaju badań posłuży przy pisaniu pracy inżynierskiej. Zapewniam o anonimowym charakterze prowadzonych przeze mnie badań.

Proszę o zaznaczanie **jednej** odpowiedzi znakiem **X**. W przypadku braku pasującej dla Pana/Pani odpowiedzi, proszę o wpisanie własnej w wykropkowane miejsce.

Apeluję o poważne traktowanie badań, w związku z tym udzielanie szczerych odpowiedzi.

1. Czy często podczas spacerów po Pani/Pana okolicy można dostrzec tzw. „dzikie wysypiska śmieci”?

☐tak ☐nie ☐nie wiem, bo nie przywiązuję uwagi do swojego otoczenia.

2. Czy posiada Pan/Pani w swoim gospodarstwie domowym kontener na odpady?

☐tak.....

(jeśli tak to proszę podać jakiej pojemności posiadają Państwo kontener na odpady np. 60l, 80l, 120l)

☐nie

3. Czy segreguje Pan/Pani śmieci/odpady w swoim gospodarstwie domowym?

☐tak ☐nie

4. Czy w Pana/Pani miejscu zamieszkania są zbiorcze kontenery na odpady m.in. na szkło, papier czy plastik?

☐tak ☐nie ☐nie wiem

5. Czy wie Pan/Pani jakiego koloru są poszczególne kontenery zbiorcze m.in. na papier, plastik, szkło białe i kolorowe? Jeśli tak to proszę o uzupełnienie poniższej tabeli.

Kontener na:	Makulatura	Szkło białe	Szkło kolorowe	Plastik
Kolor kontenera:				

6. Czy płaci Pan/Pani za wywóz śmieci:

☐segregowanych

☐nie segregowanych

☐nie płacę, bo nie posiadam kontenera w moim gospodarstwie domowym.

7. Czy segregowałby/-ła Pan/Pani śmieci niezależnie od ceny za ich wywóz?

☐tak, ponieważ przede wszystkim kieruję się dobrem środowiska

☐nie, ponieważ zwracam dużą uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płacę (Jeśli w pytaniu 7 odpowiedziałeś **TAK** przejdź do pytania 9, jeśli **NIE** to odpowiedz na pytanie uzupełniające nr 8)

8. Czy segregowałaby/-łby Pan/Pani śmieci, jeśli cena śmieci segregowanych byłaby niższa od ceny śmieci nie segregowanych?

☐Tak, bo zaoszczędziłabym/-łbym pieniądze

☐Nie, bo jest to operacja pracochłonna

☐Może, zależy czy miałabym/-łbym na to czas i czy by mi się to opłacało

☐Na pewno nie, bo nie jestem zwolennikiem takich przedsięwzięć.

☐Inna odpowiedź:.....

9. Czy słyszał/-a Pan/Pani o akcjach, w których prowadzone są składowiska odpadów niebezpiecznych, do których zaliczamy m.in. leki, baterie, akumulatory, farby i rozpuszczalniki?

☐tak słyszałam/-łem o takich akcjach i biorę chętnie w nich udziału

☐tak słyszałam/-łem o takich akcjach, ale nie biorę w nich udziału

☐tak słyszałam/-łem o takich akcjach, ale nie orientuje się gdzie w okolicy mojego zamieszkania są takie miejsca

☐nie słyszałam/-łem o takich akcjach

☐inna odpowiedź:.....

10. Czy bierze Pan/Pani chętnie udział w corocznej akcji sprzątania świata, odbywającej się na całym świecie w trzeci weekend września?

☐tak biorę corocznie udział w tej akcji z całą rodziną

- ☐ tak biorę udział w tej akcji i namawiam moich znajomych, przyjaciół do włączenia
- ☐ nie biorę udziału w tej akcji bo to szkoda czasu
- ☐ pierwszy raz słyszę o prowadzeniu takiej akcji
- ☐ inna odpowiedz:.....

11.Czy podczas zakupów kupuje Pan /Pani reklamówki jednorazowego użytku?

- ☐ tak, kupuję zawsze reklamówki jednorazowego użytku
- ☐ tak, kupuję czasami reklamówki jednorazowego użytku
- ☐ tak, kupuję bardzo rzadko reklamówki jednorazowego użytku
- ☐ nie kupuję reklamówek jednorazowego użytku, ponieważ posiadam zawsze ze sobą torby ekologiczne do wielorazowego użytku np. z materiału

12.Czy zwraca Pan/Pani uwagę podczas zakupów na opakowanie danego produktu?

- ☐ tak zwracam uwagę na to czy produkt jest podwójnie czy pojedynczo pakowany
- ☐ opakowanie jest mi zupełnie obojętne grunt, żeby produkt ładnie się prezentował
- ☐ kupuję produkty tylko sprawdzone, tanie nie patrząc na opakowanie
- ☐ inna odpowiedz:.....

13.Jakie według Pana/Pani są to odpady najbardziej niebezpieczne dla środowiska naturalnego? (Proszę podać przykład)

.....

14.Utylizacja według Pana/Pani to:

- ☐ zniszczenie surowców odpadowych lub materiałów, które straciły wartość użytkową
- ☐ proces polegający na ograniczeniu zużycia surowców naturalnych oraz zmniejszeniu ilości odpadów
- ☐ polega na zbieraniu wielu rodzajów odpadów przez samorządy gminne i przedsiębiorców wprowadzających te towary na rynek
- ☐ rozwój technologii przetwarzania odpadów, przede wszystkim w celu wykorzystania jak największej ich części
- ☐ wszystkie z powyższych odpowiedzi są prawidłowe
- ☐ żadna z powyższych odpowiedzi nie jest prawidłowa

15. Recykling według Pana/Pani to:

- ☐ przetwarzanie (uprzednio przygotowanych) odpadów i odzyskiwanie z nich surowców
- ☐ proces polegający na ograniczeniu zużycia surowców naturalnych oraz zmniejszeniu ilości odpadów
- ☐ systemem organizacji obiegu materiałów
- ☐ wszystkie z powyższych odpowiedzi są prawidłowe
- ☐ żadna z powyższych odpowiedzi nie jest prawidłowa

16. Dlaczego ludzie według Pana/Pani powinni segregować śmieci?

.....

17. Co według Pana/Pani mogłoby zachęcić Pana/Panią i innych ludzi do segregowania odpadów?

.....

18. Proszę o sformułowanie, chociaż jednego argumentu przekonującego do segregowania śmieci.

.....
METRYCZKA

1. Płeć ☐ kobieta ☐ mężczyzna

2. Wiek ☐ 18 – 24 lata ☐ 25 – 30 lat ☐ 31 – 39 lat ☐ 40 – 49 lat ☐ 50 – 59 lat ☐ i więcej

3. Poziom wykształcenia (wybierz prawidłową odpowiedź, przy odpowiedzi inne wpisz jakie)

☐ podstawowe

☐ zawodowe

☐ średnie ogólnokształcące z maturą

☐ średnie ogólnokształcące bez matury

☐ średnie techniczne z maturą

☐ średnie techniczne bez matury

☐ wyższe

☐ inne.....

4.Miejsce zamieszkania:

.....
5. Liczba osób w gospodarstwie domowym (proszę podać dokładną liczbę np.: 4)

.....

Analiza badań ankietowych

Wszyscy mieszkańcy gminy Skarbimierz mają dostęp do kontenerów zbiorczych m.in. na szkło, plastik i papier, które znajdują się na obszarze poszczególnych wsi. Mieszkańcy jednak płacą za wywóz śmieci nie segregowanych co przyczynia się do braku zaangażowania w segregację odpadów. Różne czynniki decydują o tym czy dany mieszkaniec włącza się w akcję selektywnej zbiórki oraz segregację śmieci. Ankietowani w różnym wieku, zamieszkujący inny obszar gminy dostrzegają w sposób odmienny swą okolicę i problem związany z tzw. „dzikimi wysypiskami”. Świadomość obywateli gminy nie jest taka sama np. dotycząca podstawowych pojęć gospodarki odpadami czy odpadów niebezpiecznych. Odmienne nawyki, zwyczaje podczas zakupów sprawiają, że światłem w tunelu na obecny stan gospodarki odpadami jest akcja sprzątania świata (międzynarodowa kampania), która odbywa się w trzeci weekend września. Drugim pozytywnym argumentem może być spadek zaopatrywania się mieszkańców gminy w torby jednorazowego użytku. Wnikliwa analiza poszczególnych miejscowości gminy Skarbimierz umożliwi ich porównanie i wyciągnięcie wniosków. Szczegółowo można na tej podstawie przedstawić problem, jakim jest gospodarowanie odpadami na danym terenie.

Lipki

W badaniach ankietowych wzięło udział 50% mężczyzn i 50% kobiet tej miejscowości. Osoby te znajdowały się w różnym przedziale wieku (od 18-59 lat i więcej). Poziom wykształcenia uczestników badania był począwszy od podsta-

wowego po wyższe. Liczba mieszkańców w badanych gospodarstwach wahała się od 1-8 osób/gospodarstwo domowe. Prowadzone badania we wsi Lipki dostarczyły wielu ciekawych wniosków jak i zaskakujących danych. Dzikie wysypiska niedaleko wsi bądź na jej terenie są bardzo rzadko spotykane przez mieszkańców. Tylko 1% mieszkańców dostrzega takie miejsca, reszta natomiast (99%) twierdzi, że takie miejsca w ogóle nie występują. Wnioskować można, że mieszkańcom wsi zależy na tym, aby wszystkim żyło się dobrze - w ładzie i porządku oraz przyjemnej atmosferze. Wszyscy mieszkańcy posiadają w swoim gospodarstwie domowym kontener na odpady o pojemnościach 120 l lub 240 l.

Mieszkańcy deklarują również, że w swoich domostwach segregują odpadki mimo, że płacą za śmieci nie segregowane. Cieszy ich fakt, że na terenie wsi znajdują się kontenery zbiorcze, które ułatwiają im tę operację. Ok. 30% mieszkańców odkręca zakrętki z butelek plastikowych, które potem przekazuje na szczytny cel. W Lipkach tak jak i w innych miejscowościach gminy Skarbimierz znajdują się zbiorcze kontenery na odpady m.in. na szkło, papier i plastik.

95% ankietowanych wsi Lipki kieruje się dobrem środowiska podczas segregacji śmieci. 5% zwraca wyłącznie uwagę na cenę za wywóz odpadów, jest to część mieszkańców pochodząca z wielorodzinnych domostw.

Kopanie

W badaniach ankietowych wzięło udział 60% mężczyzn i 40% kobiet tej miejscowości. Osoby te znajdowały się w różnym wieku (od 18 do 59 lat). Poziom wykształcenia ankietowanych był różny (począwszy od podstawowego po wyższe). Liczba domowników w badanych gospodarstwach była różna (od 2-6 osób). Mieszkańcy wsi Kopanie przywiązują dużą uwagę do swojego otoczenia. Dbają o swoje domostwa. 100% ankietowanych nie dostrzega w swojej okolicy tzw. „dzikich wysypisk śmieci”.

Można stwierdzić, że ludziom zależy na ładzie, porządku i estetyce wsi. Wszyscy mieszkańcy posiadają w swoim gospodarstwie domowym kontener na odpady. W miejscowości znajdują się również zbiorcze kontenery na odpady m.in. na szkło, papier i plastik. Ze względu na fakt, iż ankietowane osoby segregują odpady w swoich domach nie miały one większego problemu ze wskazaniem kolorów poszczególnych zbiorczych kontenerów takich jak: makulatura, plastik, szkło białe i kolorowe. Na terenie gminy Skarbimierz mieszkańcy poszczególnych wsi płacą za odpady niesegregowane. 75% ankietowanych wsi Kopanie segreguje śmieci niezależnie od ceny za ich wywóz. Czynią to przede wszystkim kierując się dobrem środowiska. Pozostała część (25%) zwraca dużą uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płaci.

Żaden z mieszkańców biorących udział w badaniu nie miał problemu z wymienieniem najbardziej niebezpiecznych dla środowiska naturalnego odpadów. Podane propozycje przez mieszkańców to m.in.: baterie, akumulatory, substancje chemiczne, azbest, oleje. Stawiając w ankiecie pytania na temat tego co to jest utylizacja, recykling chciałam sprawdzić czy ludzie w gminie znają podstawowe pojęcia związane z gospodarką odpadami. Pojęcia te są elementarne. 60% mieszkańców Kopani zna pojęcia takie jak utylizacja i recykling. 25% z mieszkańców ma problemy z określeniem pełnej definicji recyklingu. Należy

sprostować, iż osoby te orientują się w zagadnieniu, lecz nie potrafią go w pełni określić i zdefiniować.

Zielęcice

Z miejscowości Zielęcice w badaniach ankietowych wzięło udział 100% kobiet. Były to panie w przedziale wiekowym od 18 do 39 lat. 85% pań biorących udział w badaniu posiadało wykształcenie wyższe. Pozostałą część stanowiły kobiety z wykształceniem średnim ogólnokształcącym z maturą. Ankiety trafiły do licznych rodzin - w jednym gospodarstwie domowym było od 4 do 8 osób/gospodarstwo domowe. 40% mieszkańców Zielęcic podczas spacerów nie dostrzega w swojej okolicy "dzikich wysypisk śmieci". 60% ankietowanych stwierdziło, że podczas spaceru da się zauważyć takie miejsca. Różnica w wypowiedziach może wywodzić się z rozrzuconego położenia domów w tej miejscowości.

Każdy z mieszkańców Zielęcic posiada kontener na odpadki w swoim gospodarstwie domowym. Wielkość tych kontenerów zależy od liczby osób w domu oraz od tego czy dana rodzina segreguje w swoim gospodarstwie odpadki. 100% ankietowanych segreguje odpady w swoim gospodarstwie domowym. 80% badanych nie miało problemu z określeniem koloru poszczególnych kontenerów zbiorczych. 10% osób biorących udział w badaniu umiało wskazać 2-3 kolory poprawnie kontenerów. 10% pozostałych zupełnie nie potrafiło określić kolorów kontenerów m.in. na papier, szkło, plastik. Może to wynikać z tego, że 10% osób którzy nie umieli określić barw kontenerów, nie segreguje odpadów albo to, że nie posiada jakiegokolwiek wiedzy z tej dziedziny. Zauważyć można też powiązanie w wykształceniu tych osób. Mieszkańcy Ci posiadali podstawowe i zawodowe wykształcenie i znajdowali się w przedziale wiekowym 25-39 lat.

Kruszyna

100% kobiet wzięło udział w tej formie badań z Kruszyny. Kobiety były w różnym wieku od 18 do 39 lat. 60% kobiet posiada wykształcenie średnie ogólnokształcące z maturą, pozostałe 40% są to ankietowani z wyższym wykształceniem. Liczba domowników w badanych gospodarstwach wahała się od 3- 4 osób w danym gospodarstwie domowym.

W Kruszynie mieszkańcy starają się dbać o swoje lokalne dziedzictwo. 60% ankietowanych zauważa na terenie wsi tzw. „dzikie wysypiska śmieci”, 40% pozostałych twierdzi wprost przeciwnie, że na terenie ich miejscowości takowe nie występują.

Mieszkańcy Kruszyny posiadają w swoich domostwach kontenery na odpady. Pojemność pojemnika na odpadki waha się w granicach od 60 l do 120 l. Nieliczni gospodarze posiadają kontener o pojemności 240l. Kontenery zbiorcze na m.in. na szkło, papier i plastik chętnie są użytkowane przez ludność wsi. 80% badanych nie ma większego problemu z określeniem kolorów pojemników zbiorczych, 20% natomiast zupełnie się nie orientuje w tym zagadnieniu. Cała wieś płaci za wywóz śmieci nie segregowanych, może to ten argument sprawia, że niektórzy ludzie we wsi nie interesują się segregacją.

Pépice

W badaniach ankietowych wzięło udział 5% mężczyzn i 95 % kobiet. Ankietowani znajdowali się w przedziale wiekowym od 18 do 49 lat. 15% uczestników posiadało wykształcenie średnie ogólnokształcące bez matury, 45% średnie techniczne z maturą, pozostałe 40% stanowili mieszkańcy z wyższym wykształceniem. Ankiety trafiły do wielorodzinnych domostw, bo liczba mieszkańców danego gospodarstwa domowego wahała się 3-7 osób.

10% ankietowanych stwierdza, że podczas spaceru po okolicy można dostrzec tzw. „dzikie wysypisko śmieci”. Pozostała część jest innego zdania. Zbieżność zdań może wynikać z różnej lokalizacji domostw i sposobu obserwacji danego miejsca.

Wszyscy mieszkańcy Pépice posiadają kontener na odpadki w swoim gospodarstwie domowym, waha się on od 80 l do 240 l. Wielkość pojemnika najprawdopodobniej zależy od liczby domowników oraz od tego czy rodzina segreguje śmieci. 100% ankietowanych deklaruje się, że segreguje odpady w swoim gospodarstwie domowym. 75% badanych nie miało problemu z określeniem koloru kontenerów zbiorczych m.in. na papier, szkło kolorowe czy białe i plastik. 15% pozostałych osób biorących udział w badaniu umiało wskazać 2 kolory pojemników poprawnie. 10% zupełnie nie potrafiło określić kolorów kontenerów, najprawdopodobniej nie segregują one odpadów albo posiadają ubogą wiedzę w tym zakresie.

Skarbimierz Osiedle

W badaniach ankietowych wzięło udział 80% mężczyzn i 20% kobiet. Osoby te były w wieku od 25 lat do 49 lat oraz posiadały wykształcenie średnie techniczne z maturą bądź bez. Liczba domowników w badanych gospodarstwach wahała się od 2 do 4 osób/gospodarstwo domowe. Mieszkańcy Skarbimierza Osiedla w 80% nie dostrzegają „dzikich wysypisk”, natomiast 20% twierdzi, że gdzieś tam można takie spotkać np. na lotnisku.

Wszyscy mieszkańcy osiedla posiadają w swoich mieszkaniach kontener na odpady. Wielkość kosza na śmieci jest jednak różna. W miejscowości tej znajdują się również zbiorcze kontenery na odpady m.in. na szkło, papier i plastik. Ankietowane osoby segregujące odpady w swoich domach nie miały większego kłopotu ze wskazaniem kolorów kontenerów zbiorczych tj.: makulatura, plastik, szkło białe i kolorowe. Na terenie gminy Skarbimierz mieszkańcy poszczególnych wsi jak i osiedla Skarbimierz płacą za odpady niesegregowane. 35% badanych deklaruje, że segreguje śmieci niezależnie od ceny za ich wywóz, ponieważ kierują się przy tym dobrem środowiska. Pozostała część ankietowanych (65%) zwraca uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płaci.

Brzezina

W badaniach ankietowych wzięło udział 75% kobiet i 25% mężczyzn. Osoby te były w wieku od 25 lat do 30 lat. Wszyscy ankietowani posiadali wykształcenie wyższe. Liczba domowników w badanych gospodarstwach wahała się od 1 do 4 osób. Mieszkańcy Brzeziny w 100% nie dostrzegają „dzikich wysypisk” spacerując po terenie jak i okolicy wsi.

Ludzie mieszkający w tej wsi posiadają w swoich mieszkaniach kontener na odpady. Pojemność kubłów na odpadki jest jednak różna. W Brzezynie znajdują się również zbiorcze kontenery na odpady m.in. na szkło, papier i plastik. Badani biorący udział w ankiecie nie mieli problemu, aby określić kolorystykę pojemników zbiorczych na odpadki. 55% badanych deklaruje, że segreguje śmieci niezależnie od ceny za ich wywóz, ponieważ kierują się przy tym dobrem środowiska. Pozostała część ankietowanych (45%) zwraca uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płaci. 100% ankietowanych słyszało o akcjach, w których prowadzone są zbiórki odpadów niebezpiecznych tj. baterie, akumulatory, farby i rozpuszczalniki. Biorą oni chętnie udział w prowadzonych takich przedsięwzięciach.

Łukowice Brzeskie

W ankiecie z wsi Łukowice Brzeskie wzięło udział 15% kobiet i 85% mężczyzn. Osoby te były w wieku od 31 lat do 49 lat. Wszyscy ankietowani posiadali wykształcenie średnie (techniczne bądź ogólnokształcące z maturą lub bez). Liczba mieszkańców w badanych gospodarstwach wahała się od 3 do 6 osób.

Mieszkańcy Łukowic Brzeskich w 98% nie dostrzegają „dzikich wysypisk” na terenie wsi jak i w okolicy. Jedynie 2% ankietowanych uważa, że czasami powstają tego typu miejsca. 98% uczestników ankiety wie o akcjach podczas, których zbierane są odpady niebezpieczne oraz bierze udział w tego rodzaju przedsięwzięciu. 2% mieszkańców nie słyszało o tego rodzaju akcjach prowadzonych na terenie miejsca zamieszkania jak i okolicy.

Mieszkańcy posiadają zarówno w swoich domach kontenery o różnej pojemności jak i na terenie wsi pojemniki zbiorcze. Ankietowani w 45% deklarują, że segregując śmieci mimo, że płacą za wywóz odpadków nie segregowanych, kierują się dobrem środowiska. Pozostała część 55% badanych zwraca uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płaci.

Zwanowice

W ankiecie wzięło udział 65% kobiet i 25% mężczyzn. Ankietowani znajdowali się w wieku od 25 do 59 lat. Były to osoby posiadające wykształcenie począwszy od średniego na wyższym kończąc. Liczba osób w gospodarstwach domowych wynosiła średnio po 3 osoby. Mieszkańcy Zwanowic w 100% nie dostrzegają „dzikich wysypisk” w swojej okolicy.

Wszyscy posiadacze gospodarstw domowych posiadają w swoich domostwach pojemniki na odpady. Na terenie wsi obecne są również zbiorcze kontenery m.in. na papier, szkło i plastik. Uczestnicy ankiety w 55% deklarują, że segregując śmieci kierują się dobrem środowiska, mimo że płacą za wywóz odpadków nie segregowanych. Pozostała część 45% badanych zwraca uwagę na cenę śmieci, za których wywóz płaci.

100% ankietowanych posiada wiedzę o prowadzonych akcjach, podczas których zbierane są odpady niebezpieczne oraz bierze w nich chętnie udział. 6% ankietowanych ze Zwanowic nie kupuje jednorazowych opakowań (jednorazówek) podczas zakupów. 94% robi wręcz przeciwnie tzn. kupuje je często bądź bardzo rzadko. 44% zaopatruje się często podczas robionych zakupów w jednorazowe reklamówki. 50% zaś bardzo rzadko je pozyskuje w czasie zakupów.

Prędocin

Prędocin reprezentowało 35% kobiet i 65% mężczyzn. Osoby te znajdowały się w wieku od 25 do 59 lat i więcej. Uczestnicy ankiety posiadali głównie wykształcenie średnie (techniczne bądź ogólnokształcące z maturą lub bez). Liczba mieszkańców w domostwach uczestników badań nie była duża, ponieważ wahała się ona od 1-3 osób/gospodarstwo domowe.

Nielegalne składowiska odpadów są nie zauważalne przez tutejszych mieszkańców. 100% zgodność, że takie miejsca nie występują na terenie wsi jak i w jej okolicy.

Kontenery na odpady ogólne, nie segregowane posiadają wszyscy mieszkańcy wsi, mają oni również dostęp do zbiorczych pojemników, które znajdują się na terenie Prędocina. Uczestnicy badań ankietowych w 45% podczas segregacji odpadów kierują się dobrem środowiska. 55% kieruje się ceną śmieci, za których wywóz płaci.

100% uczestników ankiety wie o prowadzonych akcjach, podczas których zbierane są odpady niebezpieczne oraz bierze w nich chętnie udział.

Do podstawowych pojęć dotyczących gospodarki odpadami należy m.in. utylizacja i recykling. 55% zna pojęcie utylizacji, zaś 45% ma problemy z poprawnym jej wskazaniem. 100% ankietowanych natomiast nie ma problemu, aby podać prawidłowo definicję recyklingu.

Skarbimierz wieś

W tym miejscu osiągnięto bardzo podobne wyniki analizy ankiet, co w Skarbimierzu Osiedle. Można stwierdzić, że różnice są niezauważalne. Odległość osiedla od wsi jest niewielka, więc stąd może wynikać ta nie różnorodność wyników. Różnicę można dostrzec jedynie w uczestniczących osobach, ponieważ w badaniach ankietowych wzięło udział 15% mężczyzn i 85% kobiet. Osoby te były w wieku od 18 lat do 30 lat oraz posiadały wykształcenie zawodowe, średnie techniczne z maturą bądź bez, jak i średnie ogólnokształcące z maturą. Liczba domowników w badanych gospodarstwach wahała się od 3 do 4 osób.

Bierzów

Wieś ta znajduje się, blisko Łukowic Brzeskich. Niektórzy przejeżdżając przez obie te wsie nie potrafią odróżnić gdzie się kończy jedna a zaczyna druga. Mieszkańcy miejscowości bardzo podobnie odpowiadali na pytania ankietowe. Różnice są niewielkie, można stwierdzić, że praktycznie nie do zauważenia. Może to wynikać z bliskiej lokalizacji obu miejscowości i pojawiających się podobnych punktów widzenia mieszkańców - sąsiadów. Różnica pojawia się głównie w metryczce uczestników ankiety. Z Bierzowa w badaniu wzięło udział 50% mężczyzn i 50% kobiet. Osoby te były w wieku od 25 lat do 59 lat i więcej oraz posiadali oni wykształcenie począwszy od podstawowego do wyższego. Liczba mieszkańców danego gospodarstwa domowego wahała się od 2-6 osób.

Żłobizna

Ze Żłobizny w badaniach ankietowych brało udział 55% kobiet i 45% mężczyzn. Uczestnicy znajdowali się w wieku od 18 do 59 lat. Osoby te miały wykształcenie średnie (techniczne jak i ogólnokształcące z maturą bądź bez). Domownicy domostw ankietowanych posiadali od 2-4 domowników gospodarstwa domowego.

„Dzikie wysypiska odpadów” są tylko w 1% dostrzegane przez mieszkańców wsi. Pozostałe 99% nie widzi ich w swojej okolicy, więc stwierdza, że takowe miejsca nie istnieją.

Pojemniki na odpadki posiadają wszyscy ankietowani. Zauważają oni również kontenery zbiorcze na terenie wsi Żłobizna. Ankietowani w 5% podczas segregacji odpadów kierują się dobrem środowiska. Pozostałe 95% kieruje się ceną śmieci, za których wywóz płaci.

Pawłów

Z Pawłowa w ankiecie wzięło udział 100% mężczyzn. Grupa osób biorących udział w badaniu posiadała od 18 do 25 lat. Osoby te miały wykształcenie zawodowe i techniczne z maturą bądź bez. Liczba mieszkańców w domostwach uczestników badań wahała się od 1-4 osób/gospodarstwo domowe. 86% ankietowanych sądzi, że na terenie Pawłowa nie ma dzikich wysypisk odpadów. 14% jest innego zdania.

Pojemniki zbiorcze na plastik, szkło czy papier znajdują się na terenie wsi Pawłów. Mieszkańcy płacą za śmieci nie segregowane, wszyscy posiadają również pojemniki na śmieci o różnej pojemności. Ankietowani z Pawłowa w 15% podczas segregowania swych odpadów kierują się dobrem środowiska. Dla 85% głównym wyznacznikiem jest cena, za których wywóz płaci.

Małujowice

Małujowice reprezentowało 70% kobiet i 30% mężczyzn. Osoby te były w wieku od 18 do 59 lat i więcej, posiadały wykształcenie począwszy od zawodowego po wyższe. W domostwach liczba domowników wahała się od 3-6 osób/gospodarstwo domowe.

Nielegalne składowiska odpadów stwarzają spore zagrożenie dla środowiska. Na szczęście mieszkańcy Małujowic tylko w 1% je zauważają. 99% ankietowanych jest zdania, że takie miejsca nie występują w ich miejscowości i okolicy.

W Małujowicach nie ma problemów z pojemnikami na odpady, ponieważ mieszkańcy posiadają własne zbiorniki oraz kontenery zbiorcze na terenie wsi. Mieszkańcy biorący udział w badaniu deklarują, że 60% podczas segregacji odpadów kierują się dobrem środowiska, mimo, że płacą za śmieci nie segregowane. 40% zwraca uwagę przede wszystkim na cenę śmieci, za których wywóz płaci.

Wnioski z badań ankietowych

- badanie miało pokazać czy mieszkańcy posiadają jakąkolwiek wiedzę na temat gospodarowania odpadami

- im wyższe wykształcenie tym większa świadomość ekologiczna obywateli,
- im człowiek starszy, dojrzały wiekowo tym więcej wie o dobrym gospodarowaniu odpadów,
- im więcej domowników w gospodarstwie domowym tym większy kubeł na odpadki dana rodzina posiada,
- podawane przez ankietowanych odpadki niebezpieczne mogą dotyczyć miejsc pracy, w których mieszkaniowiec pracuje bądź, z którymi ma częsty kontakt w życiu codziennym,
- zbiorcze kontenery m.in. na plastik, papier czy szkło znajdujące się w każdej miejscowości gminy umożliwiając mieszkańcom możliwość ograniczenia odpadów w domowych kontenerach, a zarazem zmniejszenie pojemnika i obniżenie kosztów za jego wywóz,
- cena jest ważnym wyznacznikiem w trudnych czasach, co może odbijać się na gospodarce odpadami,
- ogólna dobra świadomość dotycząca odpadów niebezpiecznych, ich zbiórki, rodzajów oraz elementarnych pojęć z tego zakresu.

Analiza porównawcza miejscowości w Gminie Skarbimierz pod kątem świadomości i zwyczajów związanych z gospodarowaniem odpadami w gospodarstwach domowych

- na terenie Gminy Skarbimierz mieszkańcy w większej części nie dostrzegają, tzw. „dzikich wysypisk”, wyjątkiem jest m.in. Skarbimierz Osiedle, Zielęcice,
- osoby segregujące odpady w swoim gospodarstwie domowym znają kolorystykę pojemników zbiorczych tj. na papier, szkło białe i kolorowe oraz plastik,
- w Gminie Skarbimierz można podzielić ludzi na tych, co segregując odpad czynią to kierując się dobrem środowiska i na tych, co kierują się względami finansowymi, np. w Małujowicach,
- duża część mieszkańców gminy słyszała o akcjach zbiórki odpadów niebezpiecznych, do których chętnie się włącza,
- akcje sprzątania świata cieszą się sporym zainteresowaniem i aktywnością mieszkańców m.in. w Żłobienie, Małujowicach,
- opakowania jednorazowe (torby jednorazowego użytku) mają wielu swych zwolenników, światłem w tunelu jest jednak grupa ludzi, która dbając o środowisko nosi zawsze ze sobą eko - torby np. w Lipkach,
- główne determinanty towarzyszące podczas zakupu opakowania są różne, analizując całość można stwierdzić, że dominuje ekonomia-względy finansowe,
- pojęcia elementarne dot. gospodarowania odpadami są różnie zaznajomione przez mieszkańców gminy, wynika to z wielu przyczyn m.in. z wykształcenia, wieku, zainteresowania zagadnieniami,
- mieszkańcy gminy są bardzo kreatywni w tworzeniu argumentów i haseł namawiających do zmiany nawyków i rozpoczęciu segregacji odpadów.

Propozycje zmian gospodarowania odpadami na terenie gminy Skarbimierz, wynikające z przeprowadzonej analizy to m.in.:

- rozwój selektywnej zbiórki odpadów komunalnych,
- podnoszenie świadomości społecznej dotyczącej gospodarowania odpadami,
- rekultywacja wypełnionych składowisk odpadów komunalnych,
- częstszy odzysk i unieszkodliwianie odpadów,
- unowocześnienie kontenerów m.in. na plastiki, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się dzikich wysypisk wokół kontenerów na odpady selektywnie zbierane,
- rozprzestrzenieć tzw. EKO- kontenery.

Bibliografia:

- [1] Bilitewski B., Härdtle, Marek K, *Podręcznik gospodarki odpadami-teoria i praktyka*, Wyd. „Seidel-Przywecki” Sp. z o.o., Warszawa 2006,
- [2] Rosik-Dulewska Cz., *Podstawy gospodarki odpadami*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2010,
- [3] XXII Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa Eksploatacja i rekultywacja bezpiecznych składowisk odpadów, *Składowiska w nowym systemie gospodarowania odpadami komunalnymi*, Wrocław – Gać, 22-24 lutego 2012,
- [4] www.skarbimierz.pl,
- [5] Tabora A., *Gospodarowanie odpadami i substancjami niebezpiecznymi*, Tom I, Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, Kraków 2009,
- [6] *Sprawozdanie z realizacji gminnego planu gospodarki odpadami w 2008*,
- [7] *Plan Gospodarki Odpadami dla Gminy Skarbimierz w 2008*,
- [8] *Pozwolenie zintegrowane Zakładu Gospodarowania Odpadami* Nr PZ 71/2007 z dn. 21.07.2011,

In the paper elementary topics concerning the problems of waste management in Skarbimierz Commune were presented together with a detailed list of villages located in its area. Moreover, inhabitants' habits, their knowledge on waste or its lack were also pictured. In order to evaluate waste management in the commune some surveys were conducted among the inhabitants of Skarbimierz Commune as well as demonstration calculations were made among other concerning the limitation of biodegradable waste being stored as well the amount of municipal waste in a given year. A lot of conclusions can be drawn from the thesis, i.e., the inhabitants who have higher education also have bigger knowledge of waste management; the price is often the decisive factor which affects waste management; generally good awareness of hazardous waste, its collection, types and elementary terms in this field among the inhabitants.

Małgorzata Ostrowska, Uniwersytet Opolski, Zakład Kształtowania Środowiska
ul. Dmowskiego 7/9, 45-365 Opole, ost-mal@wp.pl

Monika Pawlita-Posmyk, Powiatowy Urząd Pracy w Brzegu, ul. Armii Krajowej 32,
49-300 Brzeg, nika.p16@wp.pl

ANALIZA PORÓWNAWCZA ZESPOŁÓW GLONÓW W ZBIORNIKU TURAWA

Streszczenie

Każdy zbiornik wodny ma określony skład gatunkowy organizmów. O występowaniu i rozwoju zbiorowisk glonów w ekosystemach wodnych decydują biogeny, obecne często w nadmiernych stężeniach w allochtonicznej materii organicznej dopływającej do wód. Nadmierny rozwój glonów w jeziorach naturalnych i sztucznych jest wynikiem eutrofizacji wód. Typowym czasem zakwitów glonów jest późne lato i na ogół zakwit sinic trwa od tygodnia do 14 dni. W pracy zaprezentowano badania mikroflory (fitoplanktonu i peryfitonu) w retencyjnym jeziorze Turawa. Glony należały głównie do grupy saproksenów i pojedynczo do saprofili. Badany akwen ma walory przyrodnicze, estetyczne oraz rekreacyjne.

Słowa kluczowe: glony, substancje biogenne, stanowisko badawcze, stężenie biogenów

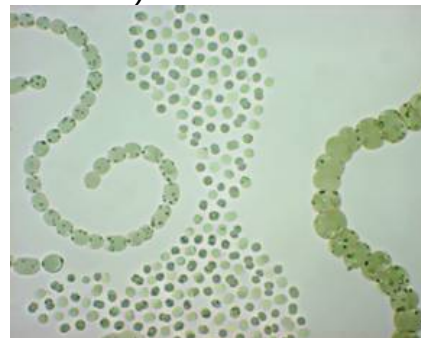
Wstęp

Zanieczyszczenia w różnej ilości i o zmiennym natężeniu dostające się do wód powierzchniowych powodują zmiany parametrów fizykochemicznych i biologicznych w wodach. Zaburzenia te wywołują zjawiska przyczyniające się do modyfikowania zespołów organizmów i gatunków. Związki chemiczne są pobierane przez rośliny w strefie litoralu oraz przez te całkowicie zanurzone w wodzie. To powoduje rozwój tych roślin i zmniejszenie jednocześnie ilości zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Wśród drobnych roślinnych organizmów zamieszkujących wody powierzchniowe należy wymienić glony. Najczęściej spotykanymi wśród nich gatunkami są przedstawiciele trzech grup glonów:

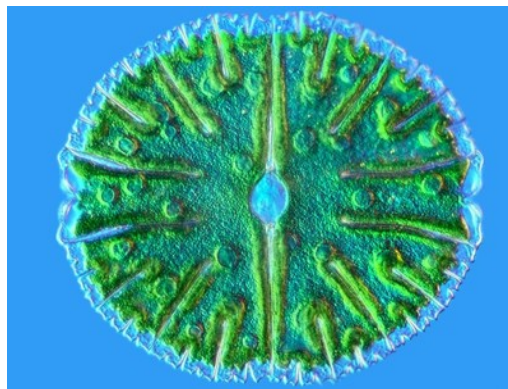
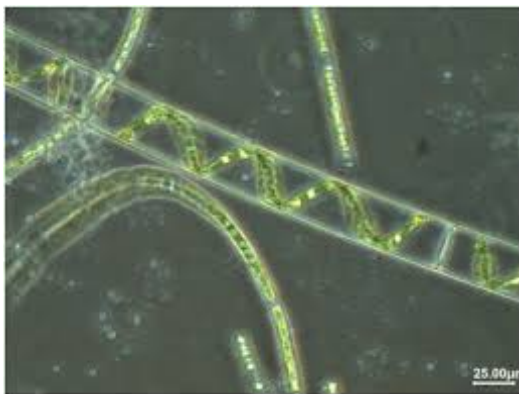
Bacillariophyceae, *Chlorophyta* i *Cyanophyta* (Fot. 1 – 4).



Fot. 1. *Bacillariophyceae* [18]



Fot. 2. *Cyanophyta* [18]



Fot. 3 i 4 *Chlorophyta* [18]

Zjawisko eutrofizacji powoduje szkodliwe następstwa ekologiczne, jak masowy rozwój roślinności wodnej i zbyt intensywną aktywność drobnoustrojów zużywających znaczne ilości tlenu. Skutkiem tego jest m.in.; obniżenie produkcji biologicznej i wyniszczenie wielu wrażliwych tlenolubnych gatunków zwierząt, ustępujących miejsca gatunkom o mniejszych wymaganiach. Graniczne stężenie azotu, powyżej którego może nastąpić intensywny rozwój glonów to $0,3 \text{ mg/Ndm}^{-3}$ [3]. To głównie sinice (*Cyanobacteria*) są odpowiedzialne za zakwity wód stojących, gdyż preferują jeziora i zbiorniki zaporowe. W zbiorniku turawskim zakwit sinicowy utrzymuje się znacznie dłużej, co wskazuje na silne obciążenie Jeziora Turawskiego materią organiczną [6].

Celem badań prowadzonych w zbiorniku retencyjnym Turawa w latach 2007 i 2015 było pokazanie zespołów glonów rozwijających się pod wpływem istniejących warunków fizykochemicznych wody jeziornej.

Charakterystyka biologiczna Zbiornika Turawa

Zbiornik retencyjny Turawa należy do grupy zbiorników nizinnych i charakteryzuje się dużą powierzchnią oraz niewielką głębokością (Ryc. 1), [7], [15].

Większa część powierzchni dna zbiornika Jeziora Turawa pokryta jest aluwialnymi mułami. Dno piaszczyste występuje przy północnym brzegu jak również w zatoce przy zaporze czołowej. Brzegi zbiornika zagospodarowane są w większości ośrodkami rekreacyjnymi. Fragmenty roślinności szuwarowej w postaci luźnych skupień pałki wąskolistnej i trzciny pospolitej występują przy północnym brzegu zbiornika w silniej zamulonych miejscach (Fot. 5).



Ryc. 1. Położenie Jeziora Turawskiego



Fot. 5. Północna część Jeziora Turawa ze skupiskami roślinności szuwarowej i objawami zakwitów drobnymi (jednokomórkowymi) glonami - wrzesień 2015 [19]

Mała przezroczystość wody związana z częstymi i silnymi zakwitami glonów, głównie sinic w okresie lata i jesieni uniemożliwia powstanie w głębszych partiach zbiornika zespołów roślinności podwodnej. W zespołach zooplanktonowych jest brak dużych form *Cladocera* i *Copepoda*. Świadczy to o silnej presji ryb na zooplankton i co za tym idzie postępującej trofii zbiornika. Wskutek silnych prądów wody związanych ze sposobem wykorzystania zbiornika, uniemożliwione jest wytworzenie bogatych i złożonych zespołów bentosowych. Wśród organizmów bentosowych dominują larwy *Chironomidae* i pijawki. Ponadto w niewielkich ilościach występują larwy ważek, chruścików, ślimaki i skąposzczety [5].

Materiały i metody badań

W latach 2007 i 2015 miejscem badań hydrobiologicznych i fizyczno-chemicznych było duże Jezioro Turawskie (Rys. 1). Analizie poddano fitoplankton i peryfiton Jeziora Turawskiego. Punkt poboru prób w 2007 roku zlokalizowano po południowej stronie Jeziora Turawskiego wystawionej na bezpośrednią ekspozycję słońca, w sąsiedztwie Średniego Jeziora (Fot. 6), (Rys. 1). Materiał do badań pobierano od czerwca do października raz w tygodniu o jednakowej porze.



Fot. 6. Stanowisko badawcze pod koniec lipca 2007 roku [20]

W 2015 roku punkt poboru prób zlokalizowany był po północnej stronie Jeziora Turawskiego naprzeciwko ośrodka PZW, na wlocie do naturalnie utworzonej zatoczki, w której głębokość wody wynosi ok. 1,5 m (Fot. 7). W tym miejscu został umieszczony zbiornik w postaci komory z brezentu o powierzchni 1,5 ara (Fot. 8). Miało to ułatwić pobieranie prób peryfitonu, gdyż drobne glony z łatwością zasiedlają duże powierzchnie zanurzone w wodzie.



Fot. 7. Zatoka Jeziora Turawskiego – brzeg ze skupiskami roślinności szuwarowej [19]



Fot. 8. Zatoka Jeziora Turawskiego z obecną rdestnicą pływającą (*Potamogeton natans*) [19]

W ramach badań biologicznych wód jeziora w 2015 roku, analizie mikroskopowej poddano peryfiton i fitoplankton. Materiał do badań mikroskopowych pobierano w sierpniu, wrześniu i październiku. Na końcu sierpnia zebrano wyłącznie próby planktonowe (oznaczone jako 1, 2, 3, 4, 5). Następnie we wrześniu i październiku dwie próby były zebrane na zewnątrz zbiornika badawczego – (próba 6) (próba 7). Natomiast jedna próba zlewana była pobierana wewnątrz komory doświadczalnej (próba 5).

Materiał biologiczny do badań mikroskopowych pobierano siatką planktonową (fitoplankton) o średnicy oczek 55 - 60 μm (siatka nr 25). Przez siatkę przelewano 50 litrów wody, a następnie zgromadzony w zbiorniku siatki materiał biologiczny przenoszono do probówek i zakręcanych 100 ml plastikowych pojemników.

Peryfiton pobierano z około 5 cm^2 powierzchni ściany zbiornika w 4 miejscach (próby oznaczone jako 1, 2, 3, 4). Były to dwie próby zebrane naprzeciwległych ścianach od zewnątrz (1 i 4 próba) i dwie próby zebrane od wewnątrz (2 i 3 próba). Jedna ściana usytuowana była od strony połączenia wody jeziora z zatoką, a druga po stronie przeciwnej ograniczonej brzegiem zatoki. Próby zdrapywano ze ścian zbiornika i przenoszono do zakręcanych 100 ml plastikowych pojemników.

W celu poprawnej identyfikacji taksonów wykorzystano mikroskop optyczny. W laboratorium przygotowywano po 3 płynne preparaty mikroskopowe z próby. Na szkiełku przedmiotowym umieszczano 2 krople wody i pokrywano roztwór szkiełkiem nakrywkowym o wymiarach 24 x 24 mm. Tak przygotowane preparaty przeglądano w całości pod mikroskopem określając taksony i licząc poszczególne osobniki w każdym preparacie. Używano mikroskopu biologicznego oznaczając oraz licząc gatunki przy powiększeniu 400x. Postępowano zgodnie z metodami uwzględnionymi w opracowaniach [4], [9], [10], [14]. Gatunki glonów oznaczano posługując się kluczami następujących autorów: [1], [2], [12], [14], [16]. Do opracowania składu gatunkowego i ilościowego glonów zastosowano skalę szacunkową [13], [14], [16], [17].

Próbki wody do badań wskaźników fizykochemicznych pobierano bezpośrednio do 2 litrowego słoika ze szlifowanym korkiem. Oznaczono następujące

wskaźniki: temperaturę, odczyn, tlen rozpuszczony, ChZT, azot ogólny (N), jony amonowe (NH₄), fosforany (PO₄), azotyny (NO₂) i azotany (NO₃), żelazo oraz fosfor ogólny.

Wyniki badań

W 2007 roku próbach fitplanktonu oznaczono 49 taksonów glonów należących do 6 grup systematycznych. Wśród wszystkich taksonów wyróżniono 26 gatunków wskaźnikowych. Saprokseny były liczniejsze – 19 gatunków, a saprofile miały 7 przedstawicieli (Tab. 1).

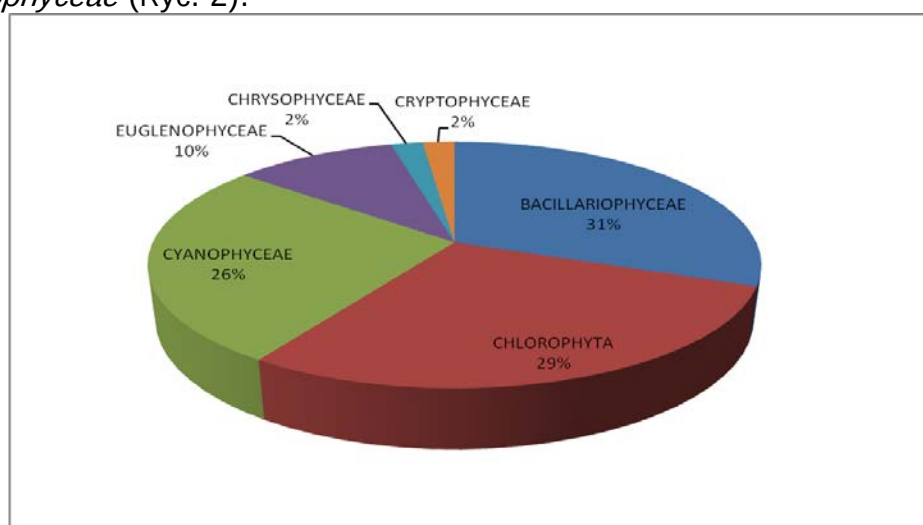
Tabela 1. Lista glonów planktonowych w Jeziorze Turawskim w 2007 roku

	Jednostka systematyczna	Jednostka ekologiczna
I	CYANOPHYCEAE	
1	Anabaena spiroides Klebahn	saproksen
2	Aphanothece n. det.	
3	Merismopedia punctata Meyen	
4	Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	saproksen
5	Microcystis aeruginosa flos-aquae Kützing	saproksen
6	Microcystis viridis (A.Braun) Lemmermann	
7	Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek	
8	Nostoc linkia (Roth) Born.et Flah.	saproksen
9	Oscillatoria chalybea (Mertens) Gomont.	saprofil
10	Oscillatoria n. det.	
11	Oscillatoria agardhii Gomont	saproksen
12	Oscillatoria redekei Goor	saprofil
13	Phormidium n.det.	
II	CHLOROPHYTA	
1	Closterium acerosum (Schrank) Ehrenb.	saprofil
2	Cosmarium formosulum Hoff	
3	Elaktothrix n. det.	
4	Kirchneriella lunaris (Kirchner) K.Möbius	
5	Pediastrum boryanum Menegh.	saproksen
6	Pediastrum duplex Meyen.	saprofil
7	Pediastrum simplex Meyen	saproksen

8	Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs	
9	Scenedesmus acuminatus (Laherh.) Chodat.	saproksen
10	Scenedesmus quadricauda (Turp) Breb.	saproksen
11	Schroederia n.det.	
12	Sphaerocystis n.det.	
13	Staurostrum cingulum (West & G.S.West) G.M.Smith	
14	Staurostrum gracile Ralfs ex Ralfs	
III	CHRYSTOPHYCEAE	
1	Synura uvella Ehrenberg	saproksen
IV	CRYPTOPHYTA	
1	Cryptomonas n.det.	
V	EUGLENOPHYCEAE	
1	Euglena n.det.	
2	Phacus net.	
3	Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin	
4	Strombomonas urceolata (A.Stokes) Deflandre	
5	Trachelomonas n.det.	
VI	BACILLARIOPHYCEAE	
1	Asterionella formosa Hass.	saproksen
2	Asterionella gracillima (Hantzsch) Heiberg	
3	Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve	
4	Cymbella ventricosa Kütz.	saproksen
5	Cymbella radiosa Reichelt	
6	Fragilaria capucina Desm.	saproksen
7	Fragilaria crotonensis Kitt.	saproksen
8	Gomphonema parvulum (Kütz) Grun.	saproksen
9	Melosira varians C.Agardh	saproksen
10	Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs	saproksen
11	Navicula cryptocephala Kütz.	saprofil

12	<i>Navicula gracilis</i> Ehr.	saproksen
13	<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	saproksen
14	<i>Navicula viridula</i> Kütz.	saprofil
15	<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	saprofil

W 2007 roku najbardziej liczne w gatunki grupy systematyczne glonów planktonowych, to: *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae*, *Euglenophyceae*. Oznaczono wśród nich przedstawicieli głównie z rodzajów *Microcystis*, *Asterionella*, *Fragilaria*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Pediastrum*. Najliczniej reprezentowane były gatunki z *Bacillariophyceae* - 15 taksonów, po nich były *Chlorophyta* - 14 taksonów. W grupie *Cyanophyta* oznaczono 13 taksonów. Pozostałe grupy były mniej liczne w gatunki i należały do nich *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae* (Ryc. 2).



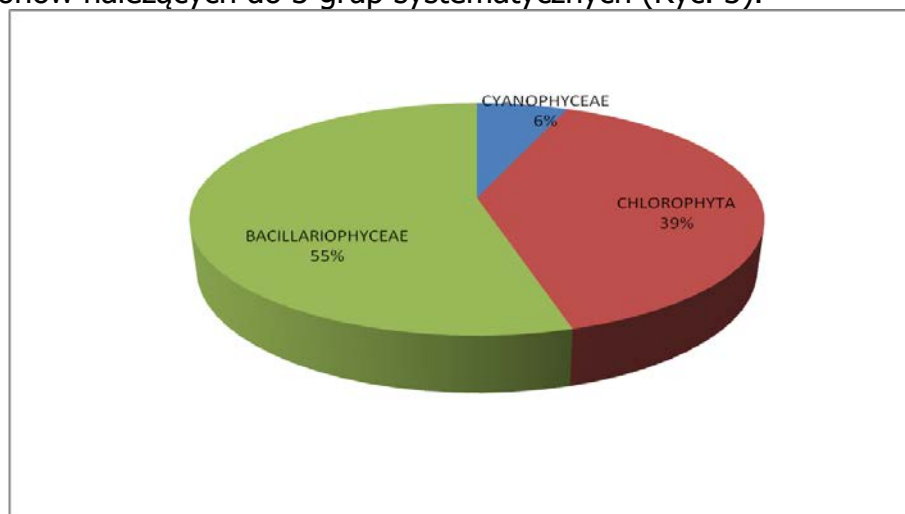
Ryc. 2. Procentowy udział wyższych jednostek systematycznych glonów w roku 2007

Z *Bacillariophyceae* najczęściej w 2007 roku występowały *Asterionella formosa* (Fot. 9), *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Wśród *Chlorophyta* były to głównie *Pediastrum duplex* i *Pediastrum boryanum*. W grupie *Cyanophyta* oznaczono dominację gatunków *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis aeruginosa flos-aquae*, *Microcystis viridis*, *Microcystis wesenbergii*.



Fot. 9. *Asterionella formosa* [18]

W 2015 roku w próbach fitosestonu i peryfitonu oznaczono łącznie 33 taksony glonów należących do 3 grup systematycznych (Ryc. 3).



Ryc. 3. Procentowy udział wyższych jednostek systematycznych glonów w roku 2015

Wśród wszystkich oznaczonych taksonów 12 było w planktonie, a 32 reprezentowały peryfiton. W biosestonie zaobserwowano 6 taksonów zielenic, 4 okrzemek i 2 sinic. W peryfitonie natomiast najwięcej było gatunków okrzemek (18), mniej zielenic – 12 taksonów i 2 gatunki sinic (Tab. 2).

Tabela 2. Lista glonów w planktonie i peryfitonie w Jeziorze Turawskim w 2015 roku

		Jednostka ekologiczna	w planktonie	w peryfitonie
I	CYANOPHYCEAE			
1	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützinger) Kützinger	saproksen	+	+
2	<i>Microcystis aeruginosa flos-aquae</i> Kützinger	saproksen	+	+
II	CHLOROPHYTA			
1	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	saproksen		+
2	<i>Closterium leibleinii</i> Kütz.	saproksen		+
3	<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh.	saproksen	+	+
4	<i>Gonium</i> n.det.			+
5	<i>Oedogonium</i> n.det.			+
6	<i>Pandorina</i> n.det.		+	+
7	<i>Pediastrum boryanum</i> Menegh.	saproksen	+	+
8	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen. Breb.	saprofil	+	
9	<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen			+
10	<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützinger			+
11	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	saproksen	+	+
12	<i>Staurostrum paradoxum</i> Meyen ex Ralfs		+	+
13	<i>Stigeoclonium tenue</i> (C.Agardh) Kützinger	saproksen		+

III	BACILLARIOPHYCEAE			
1	Cocconeis placentula Ehr.	saproksen		+
2	Cymbella ventricosa Kütz.	saproksen		+
3	Fragilaria crotonensis Kitt.	saproksen	+	+
4	Gomphonema constrictum Ehr.	saproksen		+
5	Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.	saproksen		+
6	Gomphonema parvulum (Kütz) Grun.	saproksen		+
7	Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs	saproksen	+	+
8	Melosira varians C.Agardh	saproksen	+	+
9	Navicula cryptocephala Kütz.	saprofil		+
10	Navicula gracilis Ehr.	saproksen		+
11	Navicula radiosa Kütz.	saproksen		+
12	Navicula viridula Kütz.	saprofil		+
13	Nitzschia acicularis W. Sm.	saprofil		+
14	Nitzschia palea Kütz. W. Sm.	saprofil		+
15	Pinnularia viridis (Nitzsch.) Ehr.	saproksen		+
16	Pinnularia maior (Kütz) Cl.	saproksen		+
17	Suriella tenera W.Gregory	saproksen		+
18	Synedra ulna (Nitzsch.) Ehr.	saproksen	+	+

Najliczniej reprezentowane były w 2015 roku gatunki z *Bacillariophyceae* - 18 taksonów, a pośród nich najczęściej występowały *Gomphonema constrictum*, *Gomphonema olivaceum*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Następnie były *Chlorophyta* - 13 taksonów, a wśród nich głównie *Cosmarium botrytis*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*. *Cosmarium botrytis* to gatunek szeroko rozpowszechniony i odporny na zanieczyszczenia organiczne [16]. W grupie *Cyanophyta* oznaczono 2 taksony, z dominacją *Microcystis aeruginosa*. Występowanie *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae* w składzie gatunkowym jest uważane za cechę typową dla zbiorników retencyjnych [8].

W 2007 roku gatunki *Cyanophyta* z rodzaju *Microcystis* w Jeziorze Turawskim występowały masowo w całym okresie badawczym. Największe zakwity tworzyły 2 gatunki: *Microcystis aeruginosa* i *Microcystis wesenbergii*. Najsilniejsze zakwity *Microcystis aeruginosa* odnotowano w czerwcu, lipcu, wrześniu, październiku i z początkiem sierpnia. Natomiast *Microcystis wesenbergii* najintensywniejsze zakwity tworzył w czerwcu, lipcu, wrześniu i częściowo w sierpniu. *Microcystis aeruginosa flos-aquae* najsilniej rozwijał się w drugiej połowie lipca, dwukrotnie w sierpniu oraz na przełomie września i października. *Microcystis viridis* tworzył zakwity pojedynczo w czerwcu, lipcu, sierpniu i wrześniu. W tym czasie, według badań przeprowadzonych przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Opolu nastąpiło pogorszenie jakości wody w zakresie wskaźników fizykochemicznych takich jak barwa, zapach gnilny wody, wysokie BZT₅ [6]. Najczęściej w porównaniu z pozostałymi przedstawicielami grupy *Chlorophyta* występował w Jeziorze Turawskim rodzaj *Pediastrum*. Zieleńce nie będąc dominantami, nie tworzyły zakwitów w jeziorze. Przedstawiciel *Bacillariophyceae*, gatunek *Asterionella formosa* występował zawsze podczas analiz i pojawiał się masowo w lipcu, drugiej połowie sierpnia i na początku

września. Odpowiadał głównie za okrzemkowy zakwit jeziora turawskiego [7]. Jest opisywany [16] jako wskaźnik troficzności wód stojących, ponieważ występuje pospolicie w czystych lub słabo zanieczyszczonych zbiornikach wodnych na przestrzeni całego roku. Kolejna okrzemka *Fragilaria crotonensis*, to gatunek fitoplanktonu zasiedlający, całorocznie, wody w jeziorach i stawach [16]. Wraz z *Asterionella formosa* tworzył w Jeziorze Turawskim silne zakwity okrzemkowe, zwłaszcza w czerwcu oraz na początku lipca i września.

W lipcu i sierpniu zaobserwowano bardzo podobny skład gatunków fitoplanktonu do tego, który został odnotowany w czerwcu. We wrześniu i na początku października wśród wszystkich gatunków glonów przewarżali przedstawiciele *Cyanophyta*.

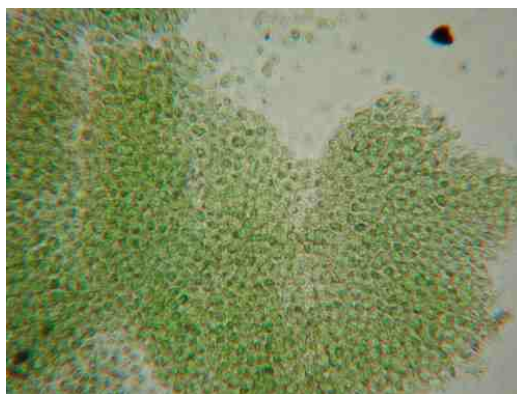
Przez cały okres trwania pomiarów w 2007 roku były obecne *Cyanophyta*: *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii*, *Microcystis aeruginosa flos-aquae*, *Microcystis viridis*. Okresowo występował przedstawiciel *Bacillariophyceae*: *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians*, *Melosira granulata*, lecz bez masowego udziału. W całym okresie badawczym na podstawie częstości występowania wyodrębnić można grupę gatunków charakterystycznych dla fitoplanktonu Jeziora Turawskiego, strefy przybrzeżnej. Są to: sinice (*Microcystis aeruginosa*, *Microcystis viridis*), okrzemki (*Asterionella formosa* i *Fragilaria crotonensis*).

Zbadano w 2007 roku wodę jeziora i ustalono zakresy wartości w powiązaniu z niektórymi gatunkami glonów.

Ilość rozpuszczonego tlenu w wodzie oznaczono w granicach 7 – 10 mg/dm³. Zawartość azotu ogólnego w wodzie z wyjątkiem kilku prób wynosiła około 1 mg/dm³. Zawartość fosforu ogólnego kształtowała się od początkowego poziomu 0,14 do 0,46 mg/dm³. Odczyn wody mieścił się w granicach 8 – 9. Temperatura wody utrzymywała się od czerwca do września na podobnym poziomie (19 - 24 °C). We wrześniu i w październiku spadła poniżej 17°C. Ze względu na spektrum temperatury wody, fitoplankton występujący w Jeziorze Turawskim można uznać za zespół organizmów mezoeurytermicznych (zimnowodnych do umiarkowanych) [4]. Stężenie azotanów wahało się w przedziale 0,2 - 1,2 mg/dm³. Wartości ChZT mieściły się w granicy od 10 do 61 mg/dm³. Koncentracje żelaza rozpuszczonego w wodzie wzrastały z poziomu początkowego około 0,1 do ponad 0,3 mg/dm³. Żelazo rozpuszczone w wodzie wzrosło do poziomu około 1 mg/dm³ w miesiącach: sierpień i wrzesień. Fosforany miały stężenie od początkowego poziomu 0,04 do 0,39 mg/dm³. Fosfor ogólny i jony fosforanowe osiągnęły maksimum odpowiednio: 0,46 mg/dm³ oraz 0,39 mg/dm³ na początku września. Na początku października stężenia fosforu ogólnego i jonów fosforanowych zmalały do wartości 0,32 mg/dm³ oraz 0,23 mg/dm³.

Wszystkie z oznaczonych taksonów glonów to alkalofile - organizmy mające optimum przy pH > 7 oraz organizmy obojętne na odczyn pH [4], [12]. Nie zaobserwowano wśród glonów przedstawicieli gatunków acydofilnych lub acydobiontów.

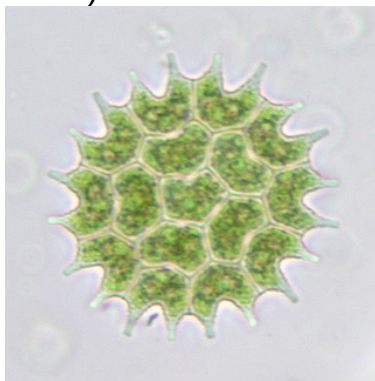
Wśród oznaczonych gatunków fitoplanktonowych w sierpniu 2015 roku było ich 11, we wrześniu i w październiku po 7. W Jeziorze Turawskim występował w planktonie przede wszystkim gatunek *Cyanophyta*, *Microcystis aeruginosa* (Fot. 10).



Fot. 10. *Microcystis aeruginosa* [18]

W całym okresie badawczym był obecny na bardzo wysokim poziomie – masowo. Najliczniej pojawił się na koniec sierpnia - kolonie pokrywały w próbach w około 50 - 80% każde pole widzenia. W próbach wrześniowych i październikowych gatunek ten był również liczny, widoczny na tym samym poziomie w bardzo dużej ilości w każdym polu widzenia. W zbiorniku turawskim pH wynosiło około 8. Przedstawiciele rodzaju *Microcystis* występują pospolicie i masowo w stawach i jeziorach eutroficznych oraz zasiedlają środowiska wodne o zasadowym odczynie. Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie o wartościach 6,0 - 9,0 mg/dm³ sprzyja masowemu rozwojowi rodzaju *Microcystis* [16]. Podczas badań tlen rozpuszczony miał stężenia od 6 do 8 mg/dm³.

Ponadto w próbach oznaczono jako kolonie inne gatunki występujące w niewielkiej ilości – na szkiełku do 10 kolonii. We wszystkich 5 próbach z sierpnia były gatunki: *Pediastrum boryanum* i *Scenedesmus quadricauda* z grupy *Chlorophyta* oraz *Fragilaria crotonensis* i *Melosira granulata* z grupy *Bacillariophyceae* (Fot.11 – 14).



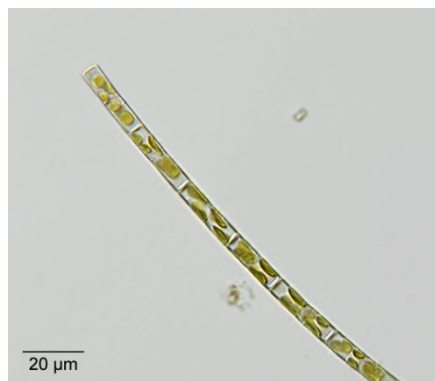
Fot. 11. *Pediastrum boryanum* [18]



Fot. 12. *Scenedesmus quadricauda* [18]



Fot. 13. *Fragilaria crotonensis* [18]

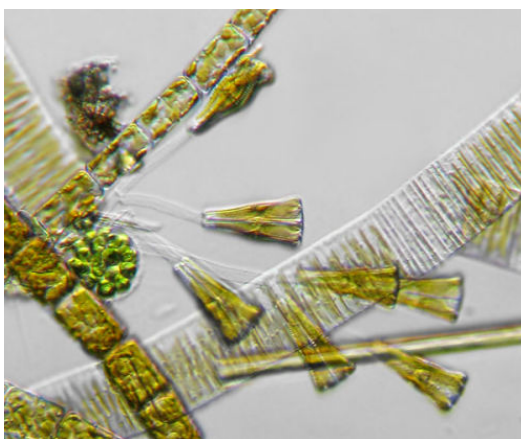


Fot. 14. *Melosira granulata* [18]

We wszystkich próbach wrześniowych była obecna zielenica *Pediastrum boryanum*. W pojedynczych próbach września i października znaleziono zielenice: *Pediastrum duplex* i *Pandorina* n.det. Natomiast wśród okrzemek *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians* i *Melosira granulata*. Zielenice *Pediastrum duplex* i *Pediastrum boryanum* zasiedlają głównie strefę β-mezosaprobową wód stojących i wolno płynących. Występują przy pH > 7,0 oraz zawartości tlenu 6,0 - 9,0 mg/dm³ [16]. Zmierzone wartości tych wskaźników fizykochemicznych sprzyjały rozwojowi wymienionych gatunków.

Wśród oznaczonych gatunków glonów peryfitonu we wrześniu 2015 roku było ich obecnych 25, a w październiku 27.

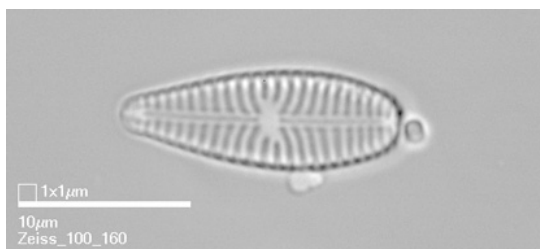
Gomphonema constrictum (Fot. 15) to gatunek reprezentujący grupę *Bacillariophyceae* i podczas badań w Jeziorze Turawskim w 2015 roku jako jedyny tworzył bardzo silne zakwity okrzemkowe. Jest to gatunek pospolity, bytujący w poroślach w eutroficznych zbiornikach wód stojących i wolno płynących. Optimalne warunki do rozwoju, to tlen rozpuszczony o wartościach 9 i więcej mg/dm³, a BZT₅ od 0,5 do 4 mg/dm³ [16].



Fot. 15. *Gomphonema constrictum* [18]

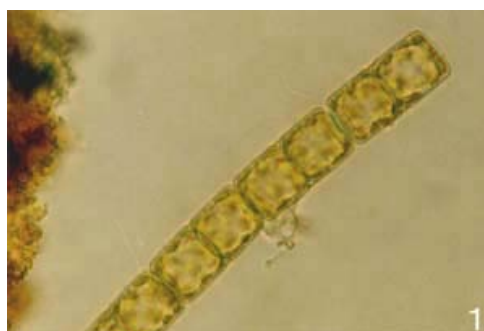
Okrzemka *Fragilaria crotonensis* (Fot. 13) zasiedla całorocznie wody w jeziorach i stawach [16], a podczas badań w Jeziorze Turawskim gatunek ten był masowo reprezentowany. *Fragilaria crotonensis* uważany jest za gatunek halo-filny. Liczny rozwój występuje przy pH 7,0 - 8,0 oraz zawartości tlenu większej od 9 mg/dm³ [16].

Gatunek *Gomphonema olivaceum* (Fot. 16) występował we wszystkich próbach peryfitonowych w znacznej ilości we wrześniu i październiku towarzysząc innemu bardzo licznemu gatunkowi *Gomphonema constrictum*. Okrzemka ta występuje pospolicie w wodach płynących i stojących przez cały rok, można ją też znaleźć w wodach lekko słonych. Tlen rozpuszczony o stężeniach 9 i więcej oraz BZT₅ przyjmujące wartości od 2 do 4 mg/dm³ warunkują rozwój populacji tego glonu [16].



Fot. 16. *Gomphonema olivaceum* [18]

Melosira varians (Fot. 17) z grupy *Bacillariophyceae* preferuje wody słabo zanieczyszczone, choć znajdowana jest w zbiornikach eutroficznych. Pospolita i obecna przez cały rok w wodach stojących i płynących. Stwierdzano jej odporność na żelazo w ilościach ok. 1,5 mg/dm³ [16]. W badaniach wrześniowych była obecna w niektórych polach widzenia w postaci kolonii – nitek. W październiku we wszystkich próbach i w każdym polu widzenia było 1 – 3 nici.



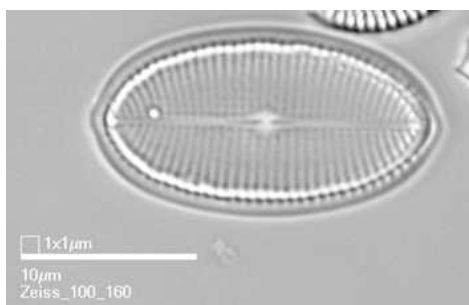
Fot. 17. *Melosira varians* [18]

Nitzschia palea (Fot. 18) we wrześniu była w trzech próbach, a w październiku we wszystkich. To gatunek pospolity, obecny cały rok w wodach płynących i stojących. Jest wskaźnikiem wód eutroficznych i dodatkowo wyjątkowo odporny na zanieczyszczenia ze ścieków bytowo – gospodarczych i z przemysłu rolno – spożywczego. Mało czuły na zmiany pH i obecność kilku miligramów siarkowodoru. Tlen do prawidłowego rozwoju mieści się w granicach 2 – 4 mg/dm³ oraz 1,5 – 9,5 mg/dm³, BZT₅ do 5 i powyżej mg/dm³, a nawet 22 mg/dm³ [16].



Fot. 18. *Nitzschia palea* [18]

Cocconeis placentula (Fot. 19) we wrześniu reprezentowany był w części prób przez pojedyncze komórki w kilku polach widzenia. Natomiast w październiku był we wszystkich próbach. Pospolicie występuje w wodach stojących i płynących, w poroślach roślin oraz na kamieniach i zanurzonych przedmiotach. Tlen rozpuszczony w stężeniach 8 i więcej mg/dm^3 wpływa na optymalny rozwój, a BZT_5 gdy przyjmuje wartości od 2 do 4 mg/dm^3 [16].



Fot. 19. *Cocconeis placentula* [18]

Navicula cryptocephala (Fot. 20) jest pospolita i obecna w wodach płynących oraz stojących w każdej porze roku. Jest odporna na małe zawartości tlenu, na fenole i np. ścieki z fabryk papieru. W pewnym stopniu toleruje obecność siarkowodoru oraz wahania pH. Okrzemka ta jest charakterystyczna dla wód eutroficznych [16]. Rozwija się przy niższych stężeniach tlenu rozpuszczonego: 3 – 6 mg/dm^3 i przy BZT_5 w granicach 4 -10 mg/dm^3 . W próbach 1, 2 i 3 z września była widoczna pojedynczo w polach widzenia. W październiku gatunek ten był w 1, 2 i 4 próbie od 1 do 3 komórek.



Fot. 20. *Navicula cryptocephala* [18]

Synedra ulna to okrzemka kosmopolityczna, określana jako gatunek wapniolubny i odporny na żelazo w wodzie ($4 - 5 \text{ mg/dm}^3$). Jest gatunkiem epifitycznym i bentosowym, w planktonie pojawia się wtórnie. Tlen rozpuszczony to 7 i więcej mg/dm^3 , dla dobrego rozwoju, a BZT_5 gdy wynosi $3 - 6 \text{ mg/dm}^3$ [16]. Wystąpiła w 3 i 4 próbie wrześniowej pojedynczo: około 10 komórek na szkiełku. Natomiast w próbach październikowych była we wszystkich próbach w ilości od 6 do 20 komórek na szkiełku.

Gatunek *Cosmarium botrytis*, przedstawiciel *Chlorophyta* występował w Jeziorze Turawskim podczas badań najczęściej i najliczniej w porównaniu z pozostałymi przedstawicielami tej grupy alg. Zielenice w peryfitonie nie były jednak dominantami i nie tworzyły zakwitów w jeziorze.

Większość oznaczonych w 2015 roku w Jeziorze Turawskim gatunków glonów należała do wskaźników (Tab. 2). Wśród 27 gatunków wskaźnikowych najliczniejsze były saprokseny (22 gatunki) - gatunki glonów unikające wód zanieczyszczonych. *Bacillariophyceae* wśród wskaźników stanowiły 67%. Było wśród nich 14 saproksenów i 4 saprofile.

Kilka gatunków okrzemek jest uznawanych za indykatory dobrego natlenienia wody. Są to zwłaszcza gatunki z rodzaju *Cymbella* i *Fragilaria* [1], [4], [11], [12], [16]. W próbach w 2015 roku były obecne, zwłaszcza w październiku, gatunki wskazujące na dobre natlenienie wody w akwenie: *Cymbella ventricosa*, *Navicula radiosa*.

Wnioski z badań w latach 2007 i 2015

1. Dynamika rozwoju fitoplanktonu i peryfitonu Jeziora Turawskiego była charakterystyczna dla zbiornika zaporowego. Do jego cech należą: okrzemkowy zakwit letni oraz zakwit sinicowy w okresie lata i jesieni, zwłaszcza w okresach ciepłych.
2. W zbiorniku rozwijały się masowo i tworzyły zakwity głównie formy bioses-tonu uznawane za wskaźniki podwyższonej trofii wody (*Microcystis aeruginosa*, *Asterionella formosa*) i peryfitonu (poroślowy *Gomphonema constrictum*).
3. Obecność gatunków wskaźnikowych uwarunkowana była określonymi wartościami wskaźników fizykochemicznych wody.
4. Nie stwierdzono większych różnic w składzie dominujących gatunków podczas badań w roku 2007 i 2015.
5. Parametry fizykochemiczne wody mimo pewnych różnic w wartościach w latach badań charakteryzowały zbiornik ze względu na jakość wody na zbliżonym poziomie.
6. Masowe zakwity *Microcystis aeruginosa* odnotowano podczas badań w roku 2007 i 2015 w miesiącach wrzesień i październik.
7. Gatunki okrzemek *Melosira varians*, *Melosira granulata* i *Synedra ulna* tolerują w wodzie wyższe stężenia żelaza. Ich obecność w 2015 roku w większości prób – choć nie masowa, może świadczyć o podwyższonych wartościach żelaza w wodzie jeziora.

Literatura

- [1] Hindak F.: *Śladkovodne riasy*. Slovenske Pedagogicke Nakladatelstvo, Bratislava, 1978
- [2] Kadłubowska J.Z.: *Zarys algologii*. PWN W-wa, 1975
- [3] Kajak Z.: 2001 - „*Hydrobiologia – limnologii, Ekosystemy wód śródlądowych*” PWN
- [4] Kawecka B., Eloranta P.V.: 1994 – „*Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych*”, PWN, Warszawa
- [5] Martyniak A., Boroń Sł., Hliwa P., Grzelachowska R., Szymańska U., Gabryś B.: *Podstawy wędkarsko-rybackiego zagospodarowania zbiornika zaporowego Turawa*. „*Aquacompleks*”, Olsztyn 1995
- [6] Morawa-Skrzydeł G.: 2007 - „*Ocena przydatności do kąpieli wód Jeziora Dużego w Turawie*”, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Opolu
- [7] Ostrowska M., Ledwoń K.: *Wpływ zbiornika retencyjnego Turawa na kształtowanie się zbiorowiska organizmów fitobentosowych w wodach rzeki Mała Panew*. *Warsztaty z Meteorologii Nauk Empirycznych* 2000; Uniwersytet Opolski KIP, Opole: 26-32
- [8] Puchalski W.: *Perspektywy rekultywacji wód*. *Przegląd Przyrodniczy* 1996; 7 (3-4):187-198
- [9] Rakowska B.: 2003 – „*Okrzemki - organizmy, które odniosły sukces*”, Kosmos; 52 (2-3): 307-314
- [10] Rakowska B.: *Study of diatom diversity in water ecosystems of Poland's lowlands*. Wyd. Uniw. Łódz. 75; 2001
- [11] Schoeman F. R.: *A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality*. V.Z.Printers Pretoria 1973.
- [12] Siemińska J.: *Flora słodkowodna Polski*. Bacillariophyceae – Okrzemki. PWN W-wa, 1964
- [13] Skalska T.: *Zbiorowiska glonów w silnie zasolonym i zanieczyszczonym potoku Kochłówka*. *Arch. Ochr. Środ.* 1975; 1: 147-176
- [14] Starmach K.: *Plankton roślinny wód słodkich*. PWN W-wa 1989
- [15] Trojanowska A., Polański K., Zawadzka A., Izidorczyk K.: „*Przestrzenne zróżnicowanie zawartości wybranych pierwiastków, w tym metali ciężkich w osadach zbiornika Sulejowskiego przed i po wystąpieniu zakwitów sinicowego*”, monografia „*Bory Tucholskie i inne obszary leśne – ochrona, monitoring, edukacja*”, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, str. 361, 2007
- [16] Turoboyski L.: *Hydrobiologia Techniczna*. PWN Warszawa 1979.
- [17] Wasylik K.: *Diatom communities in pure polluted waters in the Biała Przemsza river basin*. *Acta Hydrobiol.* 1985; T. 25/26, z. 3/4: 287-316.

Strony internetowe

- [18] <https://pl.wikipedia.org/>
- [19] Fotografie autorki: 5, 7, 8
- [20] Fotografia 6 - Ressel Iwona

BUDOWLE I URZĄDZENIA ŚRODOWISKOWE W RZEKACH

Abstrakt:

Przekształcanie przez człowieka koryt i dolin rzecznych ma różny charakter i zależne od niego różne oddziaływania. Przerwanie ciągłości morfologicznej rzeki, przez jej poprzeczną zabudowę uważa się za działanie najgroźniejsze dla organizmów wodnych. Następstwem przerwania ciągłości rzek jest znaczne ograniczenie możliwości przemieszczania się ryb, w tym zwłaszcza dwuśrodowiskowych. To prowadzi do zmniejszania się różnorodności ichtiofauny i innych organizmów wodnych. W pracy przedstawiono rodzaje budowli i urządzeń środowiskowych dla migracji organizmów wodnych. Zaprezentowane zostały warunki dla migrujących ryb oraz podstawowe zasady konstrukcji i budowy urządzeń.

Wstęp

Wędrówki są życiową koniecznością organizmów wodnych, a zwłaszcza ryb. Migracje prowadzone na różne odległości dotyczą wszystkich gatunków ryb. Ryby potamodromiczne (stanowiskowe, lokalne) wędrują w granicach jednej rzeki, jeziora, zbiornika zaporowego lub systemu rzeczno – wyłącznie w wodach śródlądowych. Niezbędna dla ich życia jest drożność cieku pomiędzy żerowiskami a tarliskami, umożliwiającą migracje na odcinku od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Gatunki jak troć wędrowna (*Salmo trutta m. trutta*), łosoś (*Salmo salar*), certa (*Vimba vimba*) i jesiotr (*Acipenser oxyrinchus*), węgorz europejski (*Anguilla anguilla*), który odbywa dalekie wędrówki tarłowe są rybami dwuśrodowiskowymi (diadromiczne) morsko-rzecznymi [1], [2].

Przed przystąpieniem do projektowania urządzeń służących do migracji ryb, poza informacjami o hydrologii, w tym o przepływach w rzece i parametrach technicznych urządzenia piętrzącego, należy zebrać dane o ichtiofaunie. W informacji uwzględnia się występowanie gatunków chronionych, zagrożonych i cennych gospodarczo oraz dwuśrodowiskowych w kontekście ich wymagań środowiskowych. Następnie na ich podstawie sporządza się koncepcję urządzenia służącego do migracji ryb określając typ urządzenia, przepływ i prędkości prądu wody w urządzeniu, umiejscowienie wlotu i wylotu wody w urządzeniu [1].

Zespół opracowujący koncepcję urządzeń służących do migracji ryb musi być złożony z hydrobiologa i ichtiologa, których wiedza i doświadczenie pomogą uniknąć błędów przy ich konstruowaniu i ponoszenia kosztów przy naprawie.

Najpopularniejszym typem budowli do migracji ryb są przepławki, w tym przepławki techniczne (komorowe, szczelinowe). Wieloletnie obserwacje tych przepławek wykazały, że cechują się one niską sprawnością dla migracji ichtiofauny. Dużo lepszą sprawność mają przepławki w formie obejść, w których

tworzony jest omijający przeszkodę strumień [8]. Minusem tego typu rozwiązania jest duża powierzchnia jaką zajmują. Alternatywą łączącą ze sobą zalety obu typów przepławek są przepławki ryglowe. W korycie tworzona jest sekwencja basenów oddzielonych ryglami ułożonymi z naturalnych głazów. Pomiędzy głazami pozostawiony jest system różnie szerokości szczelin [13].

Warunki migracji ryb

Budowle i elementy środowiskowe budowane są przy przegrodach na rzece, utworzonych przez jazy, zapory ziemne i betonowe. Bardzo często są one połączone z elektrowniami wodnymi. W takich miejscach zrzut wody z górnego na dolne stanowisko stopni wodnych, odbywa się ze znaczną prędkością.

W Polsce autochtoniczna ichtiofauna liczy 58 gatunków [1]. Osiem z nich należy do grupy ryb dwuśrodowiskowych. Są to: aloza (*Alosa alosa*), certa (*Vimba vimba*), jesiotr (*Acipenser oxyrinchus*), łosoś atlantycki (*Salmo salar*), parposz (*Alosa fallax*), sieja wędrowna (*Coregonus lavaretus*), troć wędrowna (*Salmo trutta m. trutta*) i węgorz europejski (*Anguilla anguilla*) (Fot. 1, 3), (Ryc. 1 - 5). Głowacz białopłetwy (*Cottus gobio*) (Fot. 2) uznany za wskaźnik wód czystych odbywa wędrówki w górę rzeki do miejsc z wodą chłodniejszą, dobrze natlenioną.



Ryc. 1 Aloza (*Alosa alosa*) [16]



Ryc. 2 Parposz (*Alosa fallax*) [16]



Ryc. 3 Sieja wędrowna (*Coregonus lavaretus*) [16]



Fot. 1 Certa (*Vimba vimba*) [16]



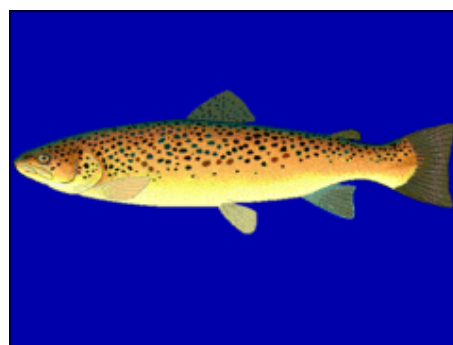
Fot. 2 Głowacz białopłetwy (*Cottus gobio*) [16]



Fot. 3 Łosoś atlantycki (*Salmo salar*) [16]



Ryc. 4 Jesiotr (*Acipenser oxyrinchus*) [16]



Ryc. 5 Troć wędrowna (*Salmo trutta m. trutta*) [16]

Wędrowki ryb związane są z poszukiwaniem miejsc tarłowych i niszy pokarmowej, z potrzebą ochrony przed warunkami zimowymi w wodzie [2], [14]. Dlatego przy wznoszonych w dolinach i korytach rzek obiektach hydrotechnicznych muszą powstawać budowle oraz elementy środowiskowe ułatwiające bytowanie i migrację ryb:

- ❖ schrony
- ❖ przepławki dla ryb (Fot. 5)
- ❖ kanały tarłowe (Fot. 4)
- ❖ kierownice
- ❖ bloki kamienne



Fot. 4 Kanał tarłowy [16]



Fot. 5 Przepławka dla ryb [16]

Kanały tarłowe są skutecznym rozwiązaniem dla zapewnienia znacznych ilości dzikiego narybku łososi, pstrągów i lipieni. Są budowane w zamian za zalane zbiornikami retencyjnymi tereny tarliskowe tych ryb. Sytuowanie ich poniżej zapór połączone jest ze świadomym gospodarowaniem zrzutami wody. Kanały tarłowe mogą również powstawać w większym oddaleniu od zapór, a wykorzystane są wówczas do ich budowy nieużywane jazy młyńskie z młynówkami i śluzy nawadniające. W niektórych miejscach znaczny i stabilny dopływ wody drenarskiej lub źródlanej może być także podstawą budowy kanału tarłowego [1].

Wśród gatunków wędrujących ryb w poszukiwaniu pokarmu jest różanka (*Rhodeus sericeus*), której siedlisko związane jest z obecnością małż (Fot. 6). Swoje wędrówki ogranicza do przepływania na głębsze stanowiska na okres zimowania. Z kolei boleń (*Leuciscus aspius*) odbywa wędrówki tarłowe i jest typowym wędrownikiem słodkowodnym (Ryc. 6). Przemieszcza się w ramach systemu rzeczno, również szukając odpowiednich żerowisk i zimowisk (gatunek potamodromiczny) [2], [10].



Ryc. 6 Boleń (*Leuciscus aspius*) [16]

Fot. 6 Różanka (*Rhodeus sericeus*) [16]

Wędrówki ryb można podzielić według kierunku, na migracje w górę i w dół rzeki. Wędrówki ryb w górę rzeki, odbywają się poprzez urządzenia służące do migracji ryb, a wędrówki w dół rzeki przez turbiny hydroelektrowni lub przelewy urządzeń hydrotechnicznych. Związane jest to z tym, że w te miejsca kierowany jest główny przepływ wody. Wielkości i kierunki przepływów wody warunkują sposoby: kierowania ryb do przepławki (migracja w górę rzeki) oraz zabezpieczenia spływających ryb przed uszkodzeniem (migracja w dół rzeki) [12]. W krajach Unii Europejskiej przy wysokich przeszkodach hydrotechnicznych na rzekach o dużym znaczeniu dla ryb dwuśrodowiskowych budowane są na jednym piętrze dwa urządzenia umożliwiające wędrówki ryb, jedno zapewniające warunki migracji ryb w górę rzeki, drugie w dół rzeki [1].

Stopnie wodne na rzekach stanowią bariery migracyjne dla ryb. Możliwości pokonywania przez ryby tych przeszkód zależą od predyspozycji poszczególnych gatunków. Dotyczy to szybkości pływania, rozmiarów ciała i temperatury wody oraz konstrukcji przegrody rzeki. Na tej podstawie wyróżnia się szybkości pływania ryb, z którymi związane są różne poziomy aktywności [1].

Szybkość fizjologiczna utrzymywana jest przez rybę przez wiele godzin bez zmęczenia i fizjologicznych zmian w organizmie.

Szybkość maksymalna jest nazywana szybkością zrywu i występuje przy jednorazowym wysiłku ryby wywołanym np.; przestraszeniem, atakiem na zdobycz, bądź pokonywaniem przeszkody. Mięśnie ryby podczas takiego wysiłku pracują w „trybie beztlenowym”, podczas którego następuje wydzielanie kwasu mlekowego. Potem organizm ryby potrzebuje odpoczynku niezbędnego do regeneracji.

Szybkość użyteczna są to okresy, w których ryba pływa raz wolniej raz szybciej. Podczas takiego ruchu mięśnie ryb pracują na zmianę w „trybie tlenowym” i w „trybie beztlenowym”. Utrzymywanie tej szybkości zależy od gatunku i może być rozwijana przez ograniczony czas.

Możliwości pokonywania przeszkód przez migrujące w górę rzeki ryby najlepiej poznano na przykładzie ryb łososiowatych. Łososie atlantyckie są w stanie podczas wędrówki skokiem pokonać przeszkody o wysokości od 1,0 do 1,7 m, a pstrągi od 70 do 80 cm [1], [4]. Ryba może oddać taki skok kiedy ma nieckę wypadową o odpowiedniej głębokości oraz długości. Takie zachowanie jest zagrożone możliwością zranienia i zmęczenia osobnika po często wielokrotnych próbach pokonania przeszkody. Obserwacje migrujących ryb wykazały, że starają się one pokonać przeszkody jak najmniejszym wysiłkiem i najchętniej wybierają zatopione przelewy lub szczeliny. W sytuacji, gdy nie ma alternatywnej możliwości pokonania przeszkody decydują się na oddanie skoku. Bywają nieczęste sytuacje, że ryby słabiej pływające nie mogą pokonać przegrody o wysokości około 10 cm. Wiedza o zdolności do pokonywania prądu wody przez ryby (fizjologia i szybkość pływania), jest niezbędna do projektowania prawidłowo funkcjonujących urządzeń służących do ich migracji. Podstawową zasadą jest to, że przepływ i prędkość wody w urządzeniach środowiskowych należy dostosować do najslabiej pływających gatunków. Budowa mięśni ryb pozwala na krótki intensywny wysiłek, w wyniku którego następuje szybkie zmęczenie organizmu. Regeneracja sił u zwierząt zmiennocieplnych następuje bardzo powoli.

Minimalny dyspozycyjny przepływ wody przez urządzenia służące do migracji ryb waha się od 80 do 140 l/s w zależności od typu urządzenia. Najwyższe dopuszczalne średnie prędkości wody w nowo budowanych urządzeniach służących do migracji ryb winny wynosić [1], [4], [5]:

- dla ryb łososiowatych (łosoś, troć, pstrąg, głowacica) i lipienia – kraina pstrąga i kraina lipienia do 2,0 m/s,
- dla ryb karpiowatych reofilnych (brzanka, kleń, jelec, brzana, świnka, certa, boleń, jaź) – kraina brzany do 1,5 m/s,
- dla pozostałych gatunków oraz ryb młodych – kraina leszcza do 1,0 m/s.

Prawidłowo zaprojektowane urządzenie do migracji musi umożliwić rybom odnalezienie wlotu do niego. Od strony wody dolnej lokalizacja wlotu musi być starannie wybrana. W tym miejscu następuje zawężenie strumienia wody w celu otrzymania efektywnie działającego wabiącego prądu wody. Prędkość prądu wabiącego powinna być o około 10% większa niż prędkość prądu wody w rzece przy wylocie wody z urządzenia.

W dotychczasowej praktyce przy budowie urządzeń piętrzących na rzekach, zgodnie z Prawem Wodnym zabezpieczano niezbędną objętość wody, jaka musi przez cały rok przepływać przez urządzenia piętrzące. Przepływ ten, początkowo określany jako biologiczny, a obecnie jako nienaruszalny określa taką objętość

wody, jaka jest niezbędna dla utrzymania życia biologicznego poniżej stopnia. W ujęciu ilościowym założenie to jest słuszne. Jednakże wykonanie przegrody przerywa ciągłość biologiczną rzeki. Dlatego też, aby zachować ciągłość biologiczną rzeki urządzenie służące do migracji organizmów winno być otwarte przez cały rok.

Grupy urządzeń służących do migracji ryb

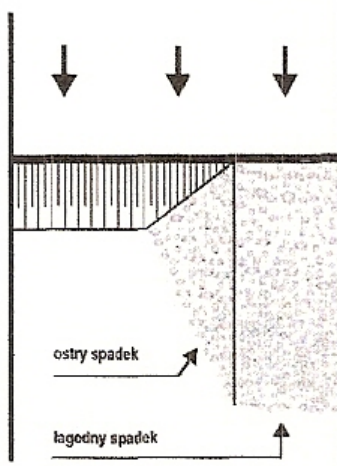
Efektywność funkcjonowania urządzeń dla migracji ryb powinna być elementem procesu inwestycyjnego i podlegać odbiorowi powykonawczemu oraz ocenie. Skuteczność działania urządzeń służących do migracji ryb wyrażana jest dwoma parametrami: ilorazem liczby ryb danego gatunku pokonujących przeszkodę, w stosunku do liczby wszystkich ryb usiłujących ją pokonać [%] oraz opóźnieniem, tzn. długością czasu zużytego na pokonanie przeszkody [godz.], [doba]. Skala i zakresy ocen funkcjonowania urządzeń służących do migracji ryb przedstawia się następująco [1]:

- ✓ bardzo dobra - 100% ryb pokonuje przeszkodę, opóźnienie kilka godzin
- ✓ dobra - 95-100% ryb pokonuje przeszkodę, opóźnienie nie przekracza kilku dni,
- ✓ słaba - od 70% do 95% ryb pokonuje przeszkodę, opóźnienie większe niż kilka dni.

Urządzenia ocenione jako słabe nadają się często do usprawnienia poprzez niewielką przebudowę lub wykonanie urządzeń kierujących, natomiast urządzenia oceniane jako złe zwykle wymagają wyburzenia i wybudowania nowych.

Urządzenia służące do migracji organizmów wodnych, w tym ryb można podzielić na kilka podstawowych grup [1]:

1. Poprzeczne budowle hydrotechniczne naśladujące warunki naturalne, budowane są na całej szerokości rzeki w celu stabilizacji dna. Zaliczane są do tzw; urządzeń bliskich naturze. Należą do nich stopnie – bystrza i progi dennne, a ich konstrukcja zapewnia biologiczną drożność cieku. Są zalecanym i najlepszym sposobem zapewnienia warunków do migracji ryb, zarówno w górę jak i w dół rzeki, przy występujących zróżnicowanych przepływach. Przykładem są bystrotoki budowane na części (pod jednym z brzegów) koryta rzeki (Ryc. 7).



Ryc. 7 Schemat bystrotoku [1]

Dno bystrotoku jest wykonane z kamienia, częściowo mocowanego betonem, częściowo ułożonego w formie luźnego narzutu. Łagodniejszy spadek (1:20 lub 1:30) kształtowany jest na części przylegającej do brzegu, równoległej do kierunku prądu wody. Ostrzejszy spadek na części ukośnej do kierunku prądu wody w stronę środka rzeki. Zapotrzebowanie na wodę dla bystrotoku wynosi około 100 l/s na 1 m szerokości urządzenia. Urządzenia te umożliwiają migrację całej słodkowodnej faunie i to zarówno w górę, jak i w dół rzeki, ponieważ są budowane przy piętrzeniach nie przekraczających 3 m wysokości.

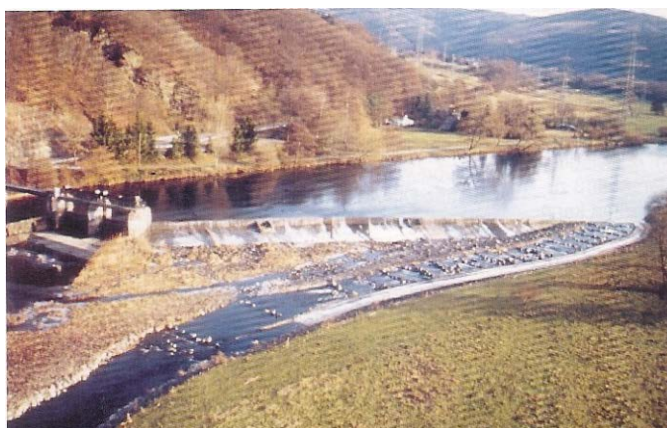
Konstrukcje typowo techniczne, zarazem obce naturze w miarę możliwości zastępuje się budowlami imitującymi naturalny bieg rzeki. Do tego typu urządzeń zaliczają się bystrotoki kamienne (pochylnie) [15]. Pochylnie można podzielić ze względu na zajmowaną szerokość koryta:

- na całej szerokości koryta (np.; w miejscach gdzie jaz nie spełnia żadnej użytecznej roli), (Fot. 7).



Fot. 7 Pochylnia kamienna zajmująca całą szerokość cieku [3]

- na części koryta, (Fot. 8).

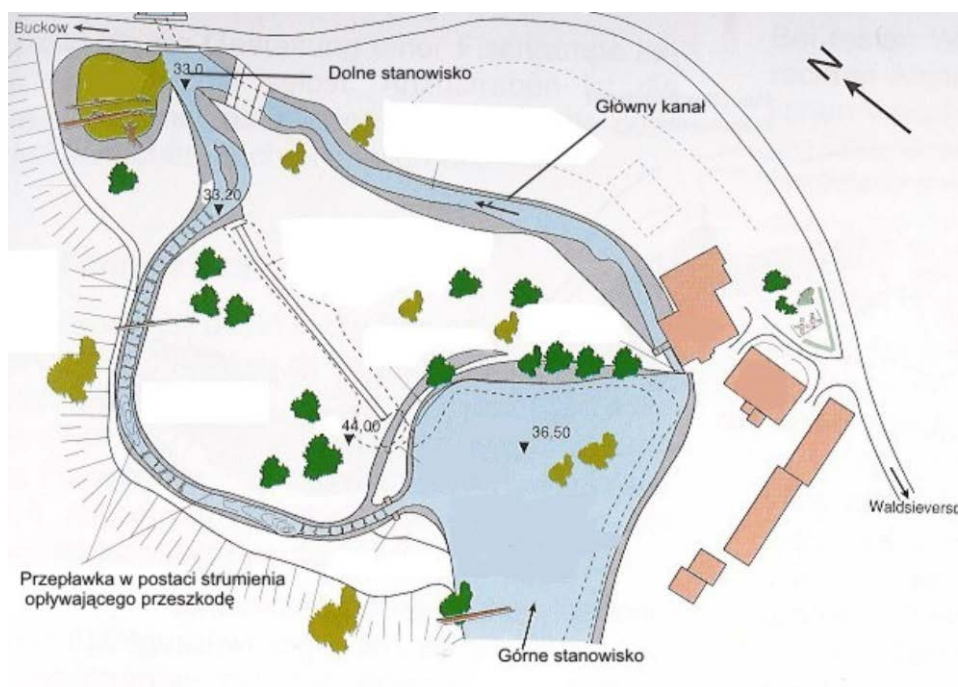


Fot. 8 Pochylnia kamienna zajmująca część koryta [3]

- w kształcie strumienia opływającego przeszkodę (Fot. 9), (Ryc. 8).

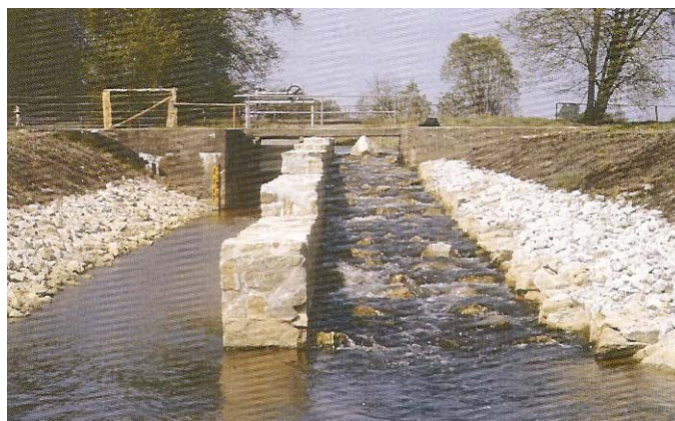


Fot. 9 Pochylnia kamienna w kształcie strumienia omijającego [3]



Ryc. 8 Schemat pochylни kamiennie - betonowej w formie strumienia opływającego przeszkodę węzła wodnego [3]

Z uwagi na konstrukcję pochylne dzieli się na: z nieregularnie umieszczonymi kamieniami (Fot. 10) i basenowe.



Fot. 10 Pochylnia kamiennie betonowa z nieregularnie ułożonymi kamieniami [3]

Maksymalny spadek dna dla pochylni kamiennych wynosi 1:20 (kraina pstrąga i lipienia), jednak dla niektórych ryb (brzany, leszcza) wymagany jest łagodniejszy 1:30.

Do budowy wykorzystuje się kamienie o średnicy 30-80 cm - stanowią szkielet budowli i mniejsze o średnicach 10-30 cm ułożone nieregularnie [7]. Ustawienie kamieni ma za zadanie ukształtowanie wyraźnego nurtu przy wytworzeniu wystarczającego zróżnicowania prędkości dla swobodnej migracji ryb. Wartości prędkości powinny się znajdować w przedziale od 0,5 m/s (w strefach spokojnej wody) do 1,5-1,8 m/s w rzekach górskich i 1,0 m/s w nizinnych.

2. Urządzenia służące do migracji ryb naśladujące warunki naturalne, są budowane przy budowach hydrotechnicznych. Mogą być dowolnie długie, są wykonywane z materiału naturalnego (kamień, żwir, piasek), niekiedy stabilizowanego betonem. Przypominają naturalny odcinek cieku i stwarzają możliwości zarówno do migracji, jak i do bytowania ryb. Sprzyjają zapewnieniu warunków do migracji ryb w górę rzeki w szerokim spektrum występujących przepływów.
3. Urządzenia techniczne służące do migracji ryb (przepławki, windy, śluzy), budowane przy budowach hydrotechnicznych. Najczęściej są to dowolnie długie rynny betonowe lub kamienne, o geometrycznych kształtach ścian, przegród i otworów przelewowych. Ich celem jest wyłącznie umożliwienie migracji ryb [9]. Najczęściej spotykane spadki mieszczą się w granicach od 1:5 do 1:20, warunkujące długość tych urządzeń. Poniżej przedstawiono przykłady konstrukcji przepławek (Fot. 11, 12).



Fot. 11 Przeławka komorowa, szczelinowa [16]



Fot. 12 Przeławka betonowo kamienna typu obejście [4]

Efektywność funkcjonowania tych urządzeń powinna być:

- dla priorytetowych gatunków ryb minimum dobra tzn. ponad 95% ryb musi pokonać urządzenie przy opóźnieniu w wędrówce nie dłuższym niż kilka godzin,
- dla pozostałych gatunków ryb minimum dostateczna tzn. ponad 70% ryb musi pokonać urządzenie przy opóźnieniu w wędrówce nie dłuższym niż kilka dni.

Do grupy gatunków priorytetowych zalicza się ryby dwuśrodowiskowe oraz ryby ujęte w załączniku II (gatunki Natura 2000) i załączniku V (gatunki o znaczeniu gospodarczym) Dyrektywy Siedliskowej 92/43/EWG [11].

Przeławki służące migracji ryb powinny być lokalizowane po tej samej stronie cieku co elektrownia. Wejście do urządzenia (od strony wody dolnej) ma być umiejscowione poniżej wylotu wody z elektrowni, a wyjście z urządzenia (od strony wody górnej) powyżej wlotu wody do elektrowni. Prędkość wody wypływającej z wejścia do urządzeń służących migracji ryb (od wody dolnej)

powinna być, co najmniej 10% większa od prędkości wypływu z urządzeń turbinowych (dla wytworzenia prądu wabiącego) a prędkość wody wpływającej do urządzenia (od wody górnej) powinna być, co najmniej 10% mniejsza od średniej prędkości wody w tym przekroju cieku (dla ochrony przed dopływem zanieczyszczeń) [1].

Konstrukcja przepławki technicznej polega na wprowadzeniu betonowej płyty dennej, z wtopionymi na jej górnej powierzchni kamieniami o średnicy od 0,40-0,80 m. Spadek minimalny wynosi od 1:20 do 1:30. Pomiedzy kamieniami ryby mogą przepływać zarówno w górę, jak i w dół rzeki. Przepływ wody pomiędzy kamieniami wytwarza równocześnie prąd wabiący, który umożliwia pokonanie progu praktycznie przez wszystkie ryby i inne organizmy wodne. Krytyczne prędkości przepływu wyznaczone dla niektórych ryb przedstawiają się następująco [5]:

- Łosoś od 1,33 do 6,40 m/s
- Węgorz od 0,47 do 0,83 m/s
- Pstrąg potokowy od 0,80 do 1,60 m/s
- Pstrąg tęczowy od 0,35 do 0,91 m/s

Konstrukcja przepławki nie może w niej wywoływać maksymalnej prędkości wody 1,50 m/s, gdyż dla poszczególnych grup ryb maksymalna prędkość przepływu nie może przekroczyć [1]:

- ryby łososiowate (łosoś, troć, pstrągi, głowacica, lipień) – 2,0 m/s
- reofilne ryby karpiowate (boleń, certa, brzana, jaź, kleń, świnka jelec) – 1,50 m/s

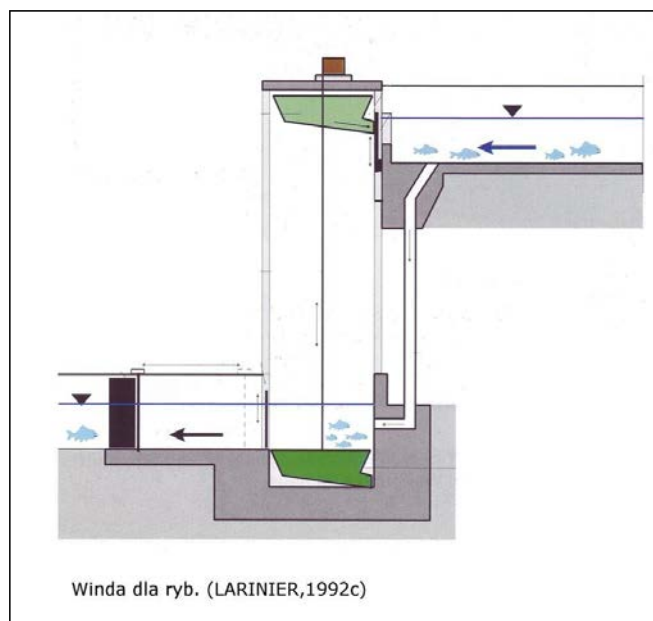
W zależności od składu gatunkowego migrujących ryb oraz od występujących warunków terenowych i konstrukcji progu piętrzącego mogą być stosowane różne rodzaje urządzeń służących migracji ryb w górę rzeki. Co raz częściej sugerowane są tzw. obejścia (urządzenia bliskie naturze), w postaci dodatkowego koryta z głazami lub przelewami poza korytem cieku (przypominające naturalny odcinek potoku) (Fot. 13).



Fot. 13 Obejście - urządzenie służące migracji ryb w górę rzeki [16]

Poza przepławkami, w wyjątkowych wypadkach, zwykle przy piętrzeniach przekraczających 15-20 m wysokości, stosowane są windy i śluzy dla ryb [1]. Windy dla ryb buduje się przy dużych różnicach poziomów pomiędzy górną a

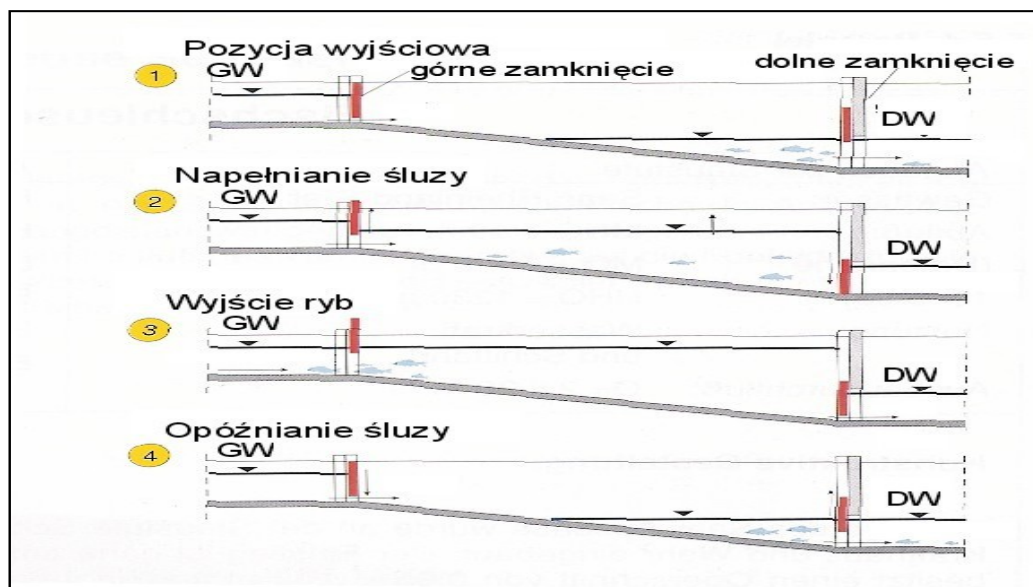
dolną wodą (powyżej 6,0 m), ograniczeniu ilości wody dla przepławki i jeżeli brakuje miejsca (Ryc. 9).



Ryc. 9 Schemat konstrukcji i działania windy dla ryb [6].

Tego rodzaju budowle mają w swojej dolnej części dużą wannę, do której prowadzi ryby prąd wabiący uzyskany poprzez połączenie górnej wody z dolną rurą. Składana i ruchoma krata (wrota dwuczęściowe), przesuwana jest w kierunku wanny, gromadzi ryby w wannie. Wanna wyciągana jest do góry, a przez otwór w jej dolnej części ryby dostają się do górnej wody i płyną dalej w górę rzeki. Urządzenia te są dobrym sposobem zapewnienia warunków do migracji ryb w górę rzeki w szerokim spektrum występujących przepływów. Warunki migracji w dół rzeki są zależne od rozdziału wody na inne urządzenia korzystające z wody oraz od sposobu oprowadzania ryb do urządzeń służących do migracji ryb.

Śluza dla ryb swoją konstrukcją i działaniem nie różni się prawie wcale od śluz dla jednostek pływających (Ryc. 10). Jednakże istnienie śluzy dla statków nie zapewnia rybom warunków swobodnej migracji w górę rzeki. Śluza dla statków otwierana są na krótko nie zapewniając długotrwałego prądu wabiącego. W dużych komorach usytuowanych w środku nurtu rzeki wytwarza się duża turbulencja dezorientująca ryby. Śluza dla ryb ma dużą komorę oraz górną i dolną regulację dopływu i odpływu wody.



Rys. 10 Schemat działania śluzy dla ryb. GW- górna woda DW – dolna woda

1-górne zamknięcie przymknięte przy dolnym otwartym umożliwiającym wpływ ryb, 2-dolne zamknięcia zamknięte przy górnych otwartych, komora śluzy napełnia się, 3- wyrównanie poziomu wody w komorze śluzy i GW 4-powrót do pozycji wyjściowej, [3]

Otwieranie górnej i dolnej części jest zsynchronizowane i najczęściej następuje w pół lub godzinnych odstępach czasowych. W śluzach dla ryb aby zapewnić odpowiedni prąd wabiący stosuje się rurę z dodatkowym dopływem wody z górnego poziomu i ujściem na wylocie komory. Dla sprawnego działania śluzy wymiary wylotu i wlotu do komory powinny zapewnić średnią prędkość wody około 1,2 m/s. Prędkość opadania zwierciadła wody w komorze nie powinna przekraczać 2,5 m/min [3]. Śluzy dla ryb z racji swojej konstrukcji zajmują niewiele miejsca oraz umożliwiają połączenia górnego i dolnego poziomu przy dużych różnicach wysokości. Wymagają one jednak ciągłego dozoru ze względu na ruchome części, napęd oraz urządzenia sterujące [7]. Takie rozwiązanie w celu zachowania ciągłości biologicznej rzek jest od dawna stosowane w wielu krajach europejskich [5].

4. Urządzenia służące do migracji ryb w dół rzeki (przelewy stokowe), budowane najczęściej na piętrzeniach przekraczających 15-20 m wysokości, jako uzupełnienie innych typów urządzeń służących do migracji ryb w przypadku zastosowania śluz lub wind dla ryb, lub rozdziału wody uniemożliwiającego odnalezienie przez ryby wlotu do przepławki od strony górnej wody [1].

Podsumowanie

Przegroda na rzece w postaci stopnia wodnego piętrzącego wodę (zapory, jazy, młyny wodne oraz elektrownie wodne) przerywa ciągłość morfologiczną i biologiczną rzeki. Efektem końcowym przerywania ciągłości biologicznej rzeki wraz ze zmianą jej reżimu wód jest utrata przez nią naturalnego charakteru. W tych warunkach często albo całkowicie wykluczona jest możliwość przemieszczania się różnych organizmów wodnych, w tym wielu gatunków ryb. Dlatego w

takim miejscu, na rzece należy wykonać urządzenia umożliwiające migrację ryb w górę i w dół jej biegu.

Wśród urządzeń służących migracji ryb najpopularniejszym są przepławki. Najczęściej są to przepławki techniczne (komorowe, szczelinowe). Obserwacje tych przepławek wykazały, że cechują się one niską sprawnością dla migracji ichtiofauny. Dużo lepszą sprawność mają przepławki w formie obejść, w których tworzony jest omijający przeszkodę strumień. W przepławkach – obejściach dno komór można wyłożyć kamieniami polnymi lub rzecznyymi zatopionymi w betonie, a przegrody między komorami wykonać z samych kamieni. Taka konstrukcja maksymalnie przybliży trasę wędrówki ryb do naturalnej. Kamienie dodatkowo są elementem rozpraszającym energię nurtu. Lokalizacja przepławki przy krawędzi koryta rzeki jest prawidłowa. Jeżeli jest poprawnie usytuowana w stosunku do nurtu rzeki (główny nurt rzeki układa się przy brzegu), zabezpiecza możliwość migracji ryb i innych zwierząt w obu kierunkach. Przepławki i inne budowle środowiskowe powinny funkcjonować przez cały rok, by mogła być zachowana ciągłość biologiczna cieków. Dodatkowo, w celu ochrony migrujących ryb w rzece przed wpływaniem na turbiny elektrowni stosuje się zabezpieczenia w postaci barier mechanicznych lub behawioralnych.

Literatura

- [1] Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J.: *„Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich”*, Ministerstwo Środowiska - Departament Zasobów Wodnych, Warszawa 2005
- [2] Brylińska M. red.: *„Ryby słodkowodne Polski”*, PWN, Warszawa 1986
- [3] *„Fischaufstiegsanlagen-Bemessung, Funktionskontrolle”*, DWK Merkblätter zur Wasserwirtschaft 232/96, (DVWK), 1996
- [4] Gebler R.J.: *„Sohlrampen und Fischaufstiege”* Eigenverlag Gebler, Walzbachtal, s. 145, 1991
- [5] Jens G., Born O., Hohlstein R., Kämmerer M., Klupp R., Labatzki P., Mau G., Seifert K., Wondrak P.: *„Fischwanderhilfen. Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen”*, Schriftenreihe, Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter u. Fischereiwissenschaftler e. V., 11, s. 114, 1997
- [6] Larinier M.: *„Ecluses et ascenseur a poisson”*, – Bull. Fr. Peche Piscic. 326/327, 95-110, 1992
- [7] Lubieniecki B.: *„Przepławki a drożność rzek”* wyd. Instytut Rybactwa Śródlądowego Olsztyn-Kortowo 2002
- [8] Mokwa M., Malczewska B.: *„Współczesne tendencje w budowie przejść dla ryb”*, [Rozdział w:] Ochrona ichtiofauny w rzekach z zabudową hydrotechniczną. Dolnośląskie Wydawnictwa Edukacyjne Wrocław, 82–90, 2008
- [9] Nawrocki P. redakcja: *„Przepławki dla ryb - projektowanie, wymiary i monitoring”* (tyt. org. Fish passes - design, dimensions and monitoring) FAO of the United Nations by the WWF Poland 2016
- [10] Nikolski G.: *„Ichtologia szczegółowa”*, PWRiL, Warszawa 1970
- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 kwietnia 2010 r. w sprawie siedlisk przyrodniczych oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania

Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000 (Dz.U. Nr 77, poz. 510)

- [12] Wierzbicki M.: „*Problematyka przywrócenia migracji ryb przez obiekty hydro-techniczne w korytach rzecznych*”, Landform Analysis, Vol. 24: 107–113, 2013
- [13] Wiśniewolski W.: „*Ogólne wytyczne projektowania przepławek dla ryb*”, Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2010 roku, Olsztyn, s. 153-175, 2011
- [14] Witkowski A., T. Pęczak, J. Kotusz, M. Przybylski, A. Kruk, J. Błachuta: „*Reofilne ryby karpionowate dorzecza Odry*”, Roczniki Naukowe PZW 2007, t. 20, s. 5-23, 2007
- [15] Żbikowski A, Żelazo J.: „*Ochrona środowiska w budownictwie wodnym*”- Agencja Wydawnicza „Falstaff” Warszawa 1992

Strony internetowe

- [16] <https://pl.wikipedia.org/>

SKAŻENIA GLEB METALAMI CIĘŻKIMI ORAZ BIOREMEDIACJA JAKO SZANSA NA POPRAWĘ STANU GLEB W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM

Wprowadzenie:

Bioremediacja, inaczej bioodzysk, to metoda polegająca na zredukowaniu wielkości lub transformacji w formy mniej szkodliwe, zanieczyszczeń powietrza wody oraz gleb za pomocą układów składających się z organizmów żywych. Ze względu na układ, jaki stosujemy, wyróżniamy różne typy bioremediacji: fitoremediację (zastosowanie znajdują rośliny) oraz biohydrometalurgię (korzystamy z drobnoustrojów). Bioremediacja jest metodą stosunkowo nową i jeszcze słabo poznaną, wciąż pojawiają się artykuły donoszące o kolejnych gatunkach znajdujących zastosowanie w redukcji zanieczyszczeń, a organizmy już poznane stale są ulepszane i stymulowane do wydajniejszej pracy, np. dzięki dobrodziejstwom inżynierii genetycznej. To właśnie rozwijająca się gałąź biotechnologii związana z biologią drobnoustrojów przyczyniła się do popularyzacji bioremediacji przy udziale prokariotów.

Słowa kluczowe: bioremediacja, oczyszczanie gruntów, fitoremediacja

W poniższym przeglądzie skupimy się głównie na bioremediacji w aspekcie metali ciężkich. Metale ciężkie są bardzo ważnym elementem skorupy ziemskiej, a jako surowiec są nieodnawialne. Metale ciężkie występują zarówno naturalnie, jak i powstają w wyniku działalności człowieka. W wyniku wydobycia rudy metali oraz jej obróbki, powstają odpady zawierające metale ciężkie, odpady przenikają do wody, gleby i atmosfery, a stamtąd z łatwością dostają się do roślin, które pośrednio przez zwierzęta lub bezpośrednio dostarczają je do organizmu człowieka. Problem z nimi związany polega na tym, że występują w coraz mniejszych ilościach w rudach, w których są pożądane, a coraz wyższe ich stężenia odnotowuje się w organizmach żywych oraz środowiskach, dla których często wykazują działanie toksyczne. Istotnym jest więc takie sterowanie procesem, aby zwiększyć odzysk metali z odpadów i rud przy jednoczesnym ograniczeniu do absolutnego minimum ich przedostawania się do środowiska naturalnego. Metale ciężkie to te, których gęstość przekracza granicę $4,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Wyróżniamy cztery grupy takich pierwiastków:

Tab. 1. Grupy metali ciężkich

<i>Grupa</i>	<i>Przykład</i>
Bardzo wysoki stopień potencjalnego zagrożenia dla środowiska	Kadm (Cd), Rtęć (Hg), Chrom (Cr), Srebro (Ag), Złoto (Au), Cynk (Zn), Antymon (Sb), Cyna (Sn), Tal (Tl)
Wysoki stopień potencjalnego zagrożenia dla środowiska	Molibden (Mo), Mangan (Mn), Żelazo (Fe), Selen (Se)
Średni stopień potencjalnego zagrożenia dla środowiska	Wanad (V), Nikiel (Ni), Kobalt (Co), Wolfram (W)
Niski stopień potencjalnego zagrożenia dla środowiska	Cyrkon (Zr), Tantal (Ta), Lantal (La), Niob (Nb)

Stężenie metali ciężkich w glebach jest zależne od wielu czynników, wśród których wyróżniamy obecność związków humusowych, rodzaju gleby, jej pH (w glebach o kwaśnym odczynie wzrasta ilość form rozpuszczalnych pierwiastków), potencjału utleniająco- redukcyjnego (w glebie występują formy pierwiastków utlenione oraz zredukowane, podczas redukcji dochodzi do rozpuszczenia uwodnionych tlenków metali i uwolnienia wcześniej zaabsorbowanych metali ciężkich, co prowadzi np. do zmiany ruchliwości metali w glebie), skały macierzystej, na bazie, której powstaje gleba (co przekłada się np. na jej pojemność sorpcyjną) oraz działalności człowieka na danym obszarze. Człowiek przyczynia się do migracji metali ciężkich do biosfery poprzez wydobywanie rud metali, jej przeróbkę, wykorzystanie oraz utylizowanie odpadów powstałych w wyniku przetworzenia rudy, a także eksploatację urządzeń niezbędnych do sterowania procesem technologicznym. Główne gałęzie emitujące metale ciężkie do środowiska, to np.:

- produkcja barwników i farb, będąca źródłem kadmu, chromu i ołowiu
- produkcja akumulatorów i baterii dostarczająca kadmu, ołowiu, cynku
- galwanizacja: kadm, chrom, nikiel
- produkcja środków ochrony roślin i nawozów: ołów, kadm, miedź, rtęć, nikiel
- zakłady drukarskie i przemysł papierniczy: kadm, chrom, cynk

O szkodliwości metali ciężkich nie trzeba nikogo przekonywać, jednak warto scharakteryzować kilka wyjątkowo szkodliwych pierwiastków. Kadm wprowadzony do gleby jest łatwo rozpuszczalny w środowisku kwaśnym, a jego mobilność wzrasta w glebach lekkich. Kadm gości w wątrobie i nerkach naruszając gospodarkę tak ważnych pierwiastków jak: wapń, magnez, żelazo czy cynk. Poprzez regulację stężenia wapnia w organizmie, kadm może powodować zmiany w układzie szkieletowym człowieka, co wpływa na deformację narządów wewnętrznych. Oprócz rozległych zmian w organach, w których się kumuluje, kadm może także wpływać kancerogennie na nerki czy prostatę. Chrom powoduje zmiany w systemie obronnym organizmu, a wysokie stężenie chromu na IV stopniu utlenienia może być przyczyną raka płuc. Rtęć blokuje prawidłowe działanie układu nerwowego, co prowadzi do nieprawidłowego funkcjonowania narządów wydzielniczych, hormonów, enzymów oraz ważnych dla organizmu białek takich jak np. hemoglobina. Metale ciężkie, np. ołów są silnie wiązane przez glebę na poziomie próchnicznym. Nikiel negatywnie działa na rośliny wiążące azot: system ten funkcjonuje na zasadzie sprzężenia zwrotnego, kiedy

wzrasta poziom azotu, zmniejsza się poziom niklu. Gdy poziom niklu jest wysoki, zmniejsza się wiązanie azotu przez rośliny.

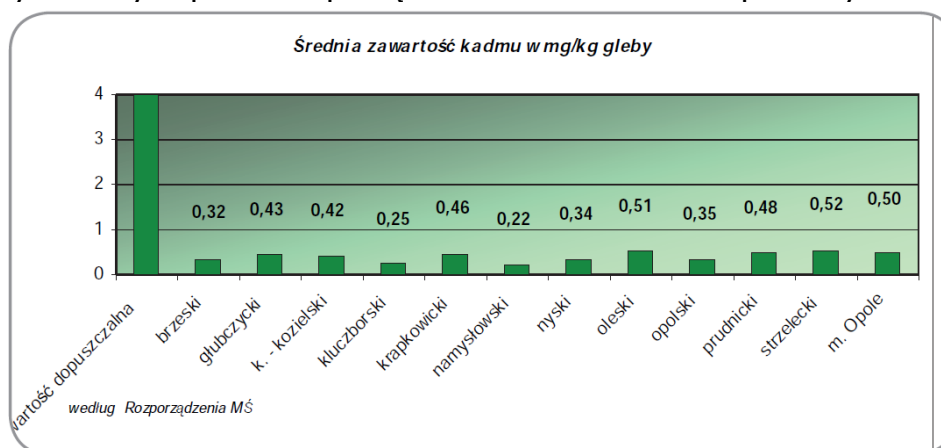
W latach 1992 – 1997, w ramach Ogólnokrajowego Programu Badań Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej, Okręgowa Stacja Chemiczno – Rolnicza w Opolu przeprowadziła badania mające na celu ocenę stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi – kadmem, miedzią, niklem, ołowiem i cynkiem.

Tab. 2. Aktualnie obowiązujące kryteria oceny zawartości zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi zawarte w załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 9 września 2002r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. nr 165 poz. 1359)

Rodzaj gruntów*	Wartości dopuszczalne stężeń metali ciężkich w glebie lub ziemi (mg/kg s.m.)				
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Grupa B warstwa 0 - 30 cm	4	150	100	100	300

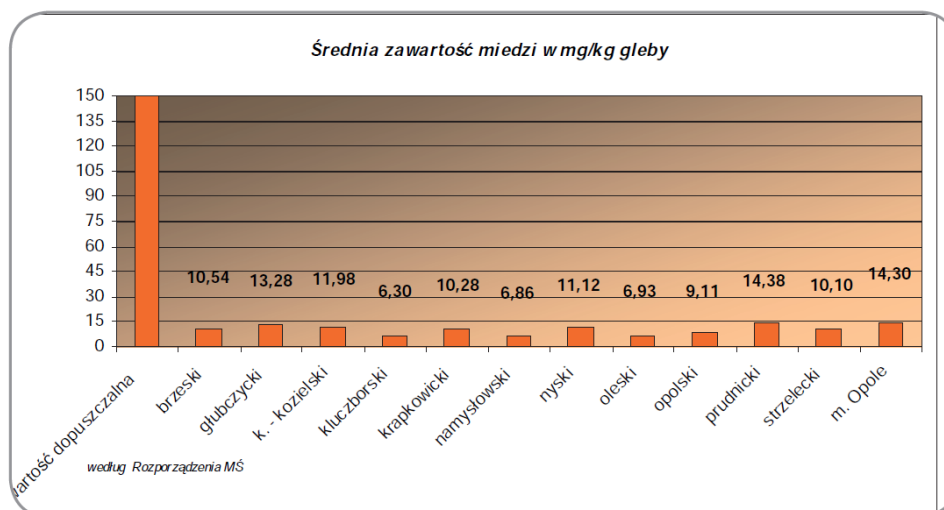
* Grupa B - grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych.

W odniesieniu do powyższych danych, zebrano próbki oraz przeprowadzono dokładne badania mające na celu sprawdzenie zawartości wybranych metali ciężkich w glebach na terenie powiatów: brzeskiego, głubczyckiego, kędzierzysko-kozielskiego, kluczborskiego, krapkowickiego, namysłowskiego, nyskiego, oleskiego, opolskiego, prudnickiego, strzeleckiego oraz na terenie miasta Opola. Wyniki badań oraz ich porównanie w stosunku do średnich wartości dopuszczalnych dyktowanych przez Rozporządzenie zamieszczono w poniższych tabelach.



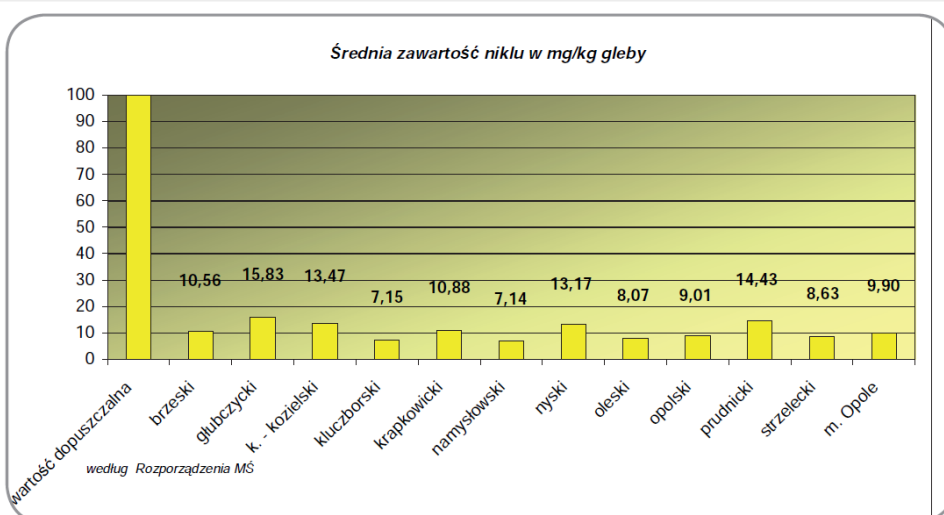
Rys. 1. Średnia zawartość kadmu w glebach Opolszczyzny.

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”



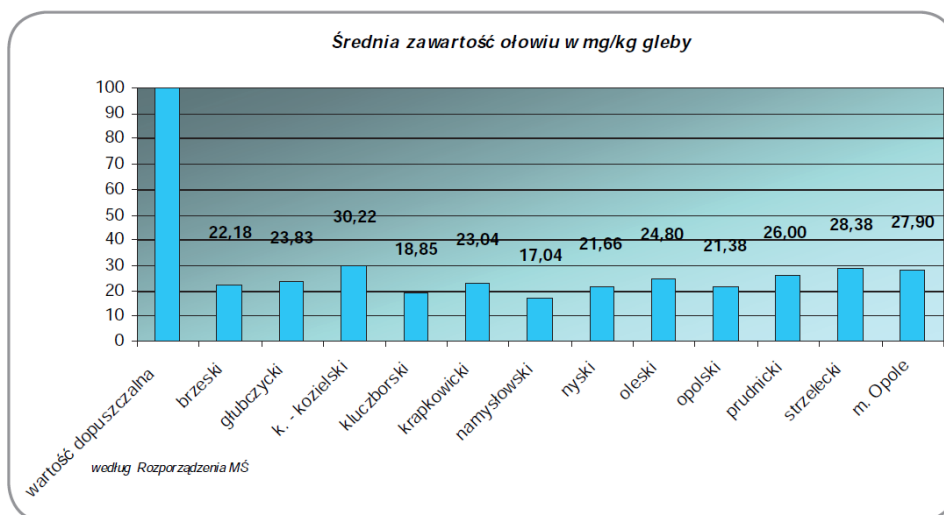
Rys. 2. Średnia zawartość miedzi w glebach Opolszczyzny.

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”



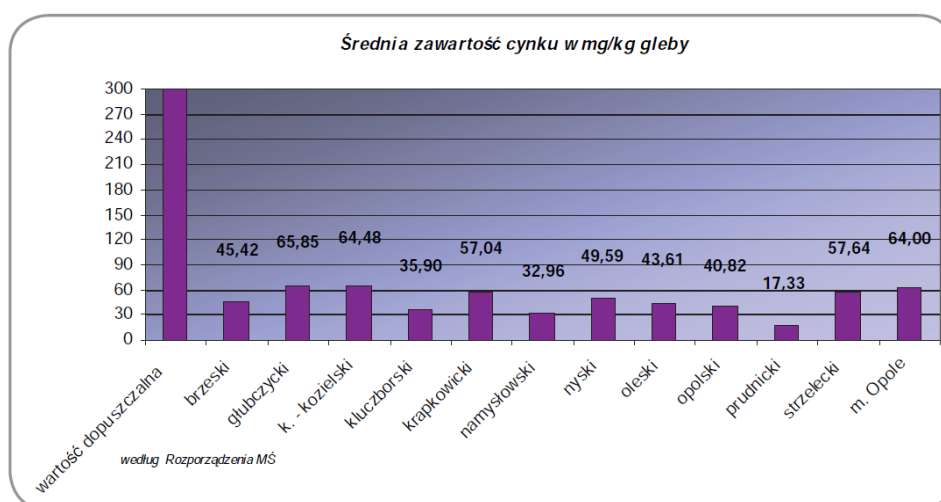
Rys. 3. Średnia zawartość niklu w glebach Opolszczyzny.

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”



Rys. 4. Średnia zawartość ołowiu w glebach Opolszczyzny.

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”

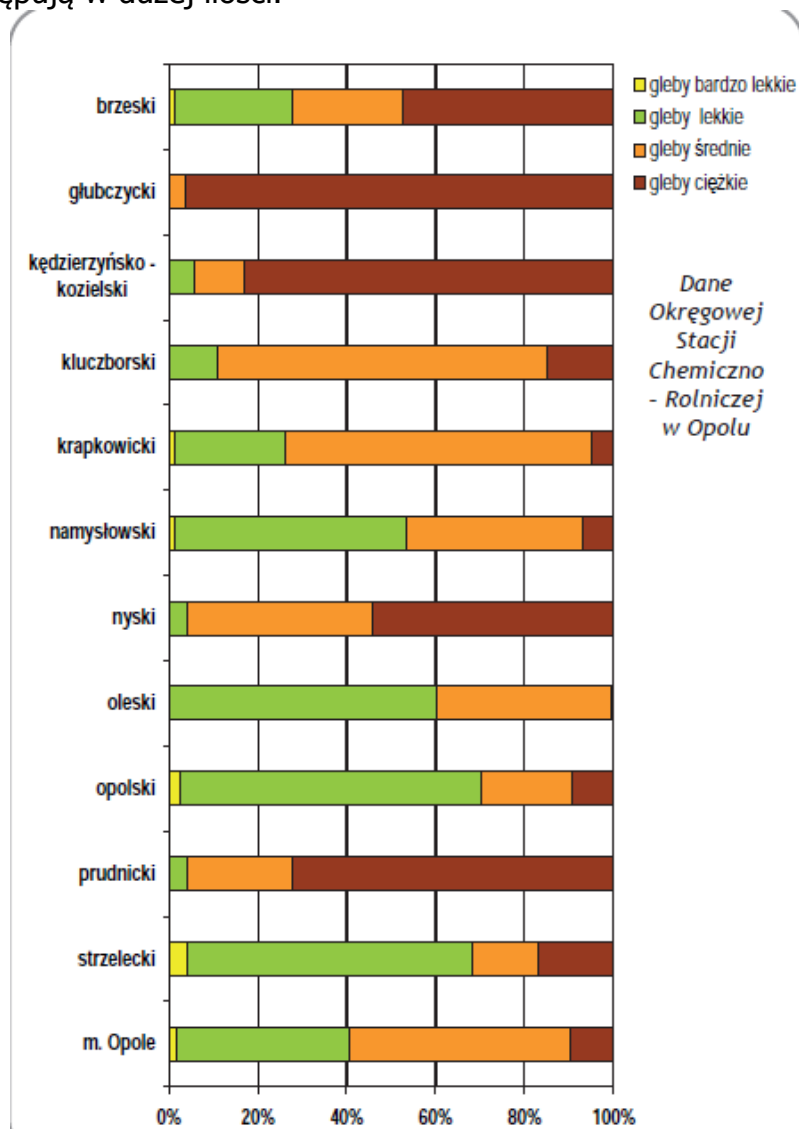


Rys. 5. Średnia zawartość cynku w glebach Opolszczyzny.

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”

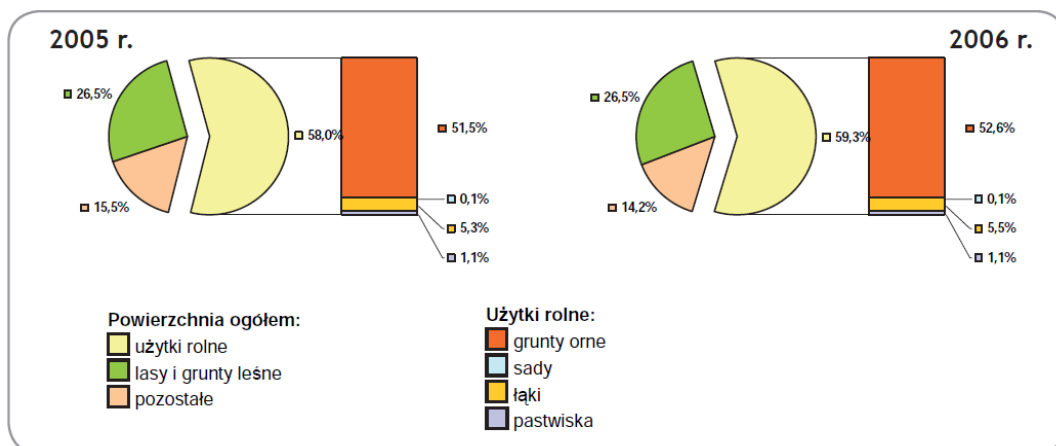
Jak widzimy, losowo zebrane uśrednione próbki mieszczą się w dopuszczalnych wartościach. Niestety, dane te są z roku 2005, a we wznowieniach brak jest rozdziału traktującego o glebach Opolszczyzny- badania nie były prowadzone powtórnie lub też wyniki nie są dostępne publicznie. W doświadczeniu brakuje informacji, jakie gleby badano w próbie. Biorąc jednak pod uwagę czynniki, które zostaną dokładnie omówione w dalszej części tekstu, takie jak np. duża ilość niedawno likwidowanych mogielników, wysokie użycie środków ochrony roślin czy szybki rozwój przemysłu, warto byłoby zastanowić się nad naturalnymi sposobami ochrony gleb naszego województwa. Degradacja gleb, zarówno w aspekcie fizycznym (zniszczenie struktur, zaburzenie proporcji), biologicznym (zaburzenie edafonu i niszczenie warstwy próchnicznej) jak i chemicznym (zaburzenie równowagi jonowej, przenawożenie, zakwaszanie) jest nieza-

przecznym faktem. Najbardziej zagrożone degradacją są gleby lekkie, z dużym udziałem piasków i ciekim poziomem próchnicznym, a takie w naszym krajo-
brazie występują w dużej ilości.



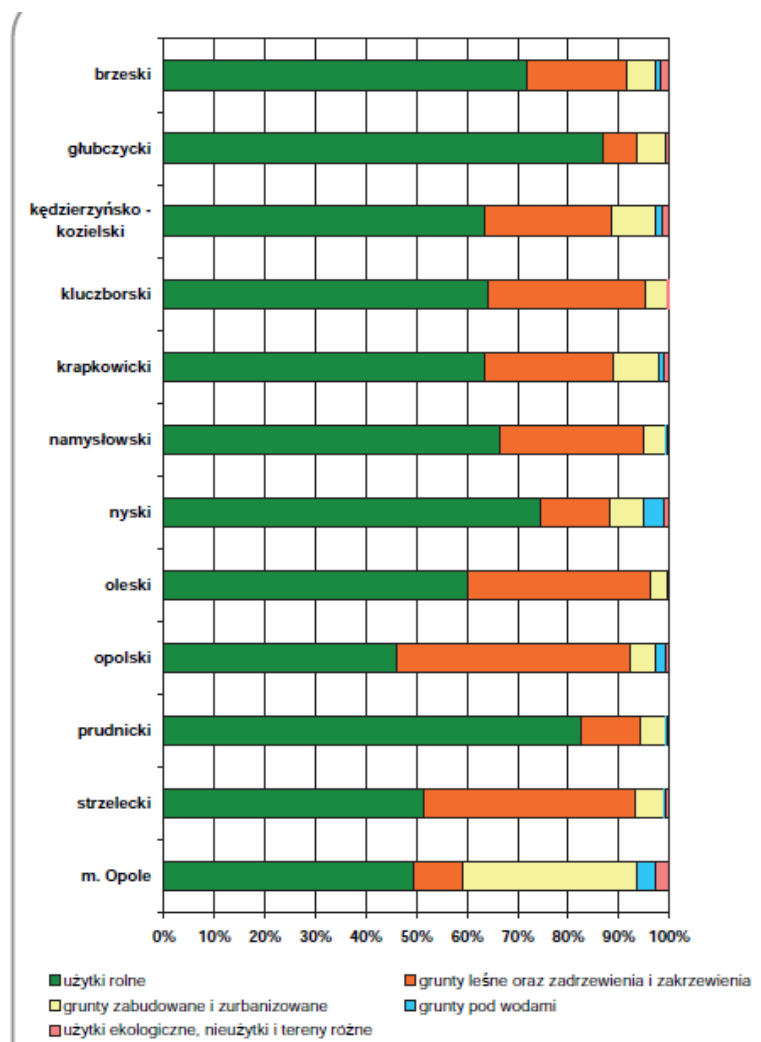
Rys. 6. Procentowy udział kategorii agronomicznych gleb województwa opolskiego użytkowanych rolniczo

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”



Rys. 7. Struktura użytkowania gruntów według danych GUS

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”



Rys. 8. Struktura użytkowania gruntów w powiatach województwa opolskiego w 2006 r. (dane Wydziałów Geodezji i Kartografii Starostw Powiatowych)

Źródło: „Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006”

Analizując powyższe wykresy, możemy zauważyć, że bardzo duży odsetek gleb Opolszczyzny wykorzystywany jest, jako użytek rolny, co dodatkowo przemawia za tym, by włożyć ogromny wysiłek oraz dołożyć wszelkich starań w celu ochrony oraz oczyszczenia gruntów. Warto zwrócić również uwagę na elementy, które silnie wpływają na proces bioremediacji, np. ilość dostępnego tlenu, ilość zgromadzonej wody (oraz jej rodzaj), wartość pH, obecność pożywek do rozwoju oraz temperatura.

Jedną z zaproponowanych metod jest bioremediacja podstawowa, czyli taka, która odbywa się z wykorzystaniem jedynie naturalnych mikroorganizmów żyjących na skażonym terenie. Obniżenie stężenia szkodliwych cząsteczek do satysfakcjonującego poziomu musi odbyć się w określonych ramach czasowych. Metoda ta jest o tyle korzystna, że nie wymaga żadnych dodatkowych nakładów środków czy energii – jedynym procesem, jaki się wykonuje jest bieżący monitoring postępów biodegradacji.

Mikroorganizmy występujące na danym terenie możemy stymulować w celu przyspieszenia procesu biodegradacji zanieczyszczeń glebowych. Szybsze tempo degradacji możemy osiągnąć poprzez wstępne zmniejszenie skażenia innymi metodami, zwiększenie ilości tlenu (np. poprzez proces wtłaczania powietrza pod zwiększonym ciśnieniem, stosowanie rozcieńczonych roztworów wody utlenionej czy spulchnianie gruntu), doprowadzenie gleby do korzystnego poziomu pH, podwyższenie poziomu wilgotności oraz kontrolę temperatury, zwiększenie substancji mineralnych, w tym substancji odżywczych niezwykle ważnych dla prawidłowego zajścia procesu takich jak np. azot i fosfor (wzrost do pożądanej objętości osiąga się poprzez stosowanie nawozów. Stosowany nawóz musi jednak spełniać pewne normy, takie jak np. konieczność efektywnego uwalniania azotu i fosforu w krótkim czasie, dostępność i łatwość transportu, niska cena nawozu). Stosowane obecnie środki wzbogacające w azot i fosfor możemy podzielić na trzy grupy: ciekłe nawozy hydrofobowe, których zaletą jest łatwość przylegania do substancji stałych, na których tworzą one jednolitą powłokę, nawozy w postaci stałej uwalniające z granulek pożądane składniki po kontakcie z wodą oraz wodne roztwory nawozów zawierających azot i fosfor łatwo penetrujące do głębszych warstw gruntu. Dodatkowym czynnikiem stymulacyjnym może być odpowiednio dobrany preparat enzymatyczny. Praca „Reakcja autochtonicznej mikroflory gleby skażonej ropopochodnymi na zastosowanie preparatu enzymatycznego i natlenienia” autorstwa Wioletty Rambau (pod nadzorem naukowym dr hab. Teresy Krzyśko-Łupickiej) wykazuje, że nie tylko natlenienie, ale również zastosowanie preparatu enzymatycznego, wpływa na liczebność mikroorganizmów pożądanych dla procesu bioremediacji gleby skażonej związkami ropopochodnymi.

Gdy naturalnie występująca na danym terenie flora bakteryjna nie jest wystarczająca do prawidłowego zajścia procesu bioremediacji, stosuje się specjalnie wyselekcjonowaną populację bakterii. Szczepy pozyskuje się ze środowiska naturalnego lub z biblioteki mikroorganizmów, a następnie zawiesinę namnożonych organizmów bezpośrednio wstrzykuje się do skażonego gruntu. Większy sukces możemy odnieść wstrzykując mikroorganizmy wraz z substancjami odżywczymi dla nich. Konieczne jest zwrócenie szczególnej uwagi, na oddziaływanie użytego szczepu z naturalną florą gleby. Zbiór metod opierających się na wzbogacaniu zanieczyszczonego terenu w specjalnie wyselekcjonowane mikro-

organizmy nazywamy bioaugmentacją. Skuteczność tego typu bioremediacji zbadał zespół studentów z Koła Naukowego Biotechnologów w składzie: Koszałkowska Magdalena, Kręciło Łukasz pod nadzorem naukowym dr hab. Teresy Krzyśko-Łupickiej. Doświadczenie wazonowe mające za zadanie sprawdzenie aktywności biologicznej gleby poddanej procesem biostymulacji oraz bioaugmentacji, założono w dwóch wariantach. W opcji pierwszej glebę zanieczyszczoną substancjami ropopochodnymi poddano natlenieniu przy użyciu wody utlenionej. W wariantcie drugim wprowadzono szczepionkę drożdży *Yarrowia lipolytica* do gleby zanieczyszczonej substancjami ropopochodnymi. Za wyznacznik skuteczności zastosowanej metody przyjęto liczebność mikroorganizmów degradujących węglowodory, zaś wskaźnikiem żyzności gleby uczyniono stosunek liczebności bakterii i promieniowców do grzybów. Doświadczenie dowiodło, że stymulacja tlenem jest bardziej korzystna dla żyzności gleby niż bioaugmentacja, ponieważ w znacznie większym stopniu przyczynia się do poprawy rozwoju mikroflory prokariotycznej, a zatem i poprawy żyzności gleby.

Inną metodą znajdującą zastosowanie w zmniejszaniu skażeń gruntów jest elektrobioremediacja. Jest to zbiór metod wykorzystujących zjawiska mikrobiologiczne, chemiczne oraz elektrokinetyczne (np. oddziaływanie pola elektrycznego) do przyspieszania zajścia procesów usuwania zanieczyszczeń z gleb.

Bioremediacja z użyciem mikroorganizmów cieszy się dużym powodzeniem w procesach technologicznych związanych z wydobywaniem, przetwórstwem oraz ekstrakcją metali z odpadów, ponieważ wspomaga proces odzysku części metali z kopalin. Ogół dyscyplin skupionych wokół tej kwestii nosi nazwę biohydrometalurgii, a do głównych zagadnień tej dziedziny należy pozyskiwanie siarki z siarczanów, odsiarczanie paliw takich jak węgiel czy ropa, oczyszczanie ścieków (co nie pozostaje bez wpływu na grunty). Metody biohydrometalurgiczne koncentrują się na ługowaniu chemicznym oraz biologicznym metali z odpadów (np. przy użyciu bakterii *Ferroxidans* oraz *Thiooxidans*). Mikroorganizmy biorące udział w utlenianiu mineralnych związków siarki i żelaza to zazwyczaj organizmy odżywiające się chemolitotroficznie, występują wśród nich zarówno chemolitotrofy obligatoryjne, takie jak *Thiobacillus thiooxidans*, *Thiobacillus ferrooxidans*, czyli chemolithoheterotrofy, np. *Beggiata sp.*, *Thiotrix sp.* Istotą procesu bioługowania jest upłynnianie nierozpuszczalnych związków metali. Główną rolą mikroorganizmów jest zatem wytwarzanie kwasu siarkowego (VI). Na wydajność bioługowania ma wpływ aktywność biochemiczna drobnoustrojów i właściwości fizykochemiczne związków. Do głównych zalet metod z wykorzystaniem mikroorganizmów należy z pewnością prostota ich pozyskiwania (np. ze wspomnianych wcześniej szczepów muzealnych) oraz niskie wymagania finansowe: mikroorganizmy wykorzystywane w procesach biohydrometalurgii stanowią produkt uboczny procesów przemysłu farmaceutycznego oraz fermentacyjnego w procesach oczyszczania ścieków. Zdolność osadu czynnego do absorbowania na swojej powierzchni jonów metali ciężkich, została opisana w 1949 roku przez Ruchoffa, który stwierdził obecność w osadzie czynnym mikroorganizmów produkujących polimery i białka zewnątrzkomórkowe wiążące metale. Laboratoryjnie wykazał on, że już po pierwszych 15 minutach sorpcji dochodzi do usunięcia 85- 90% metali występujących w roztworze wodnym. Usuwanie metali ciężkich z cieczy jest bardzo przydatne w rolnictwie, kiedy mamy do czynienia z wykorzystywaniem środków ochrony roślin. Czynnikiem,

na które musimy zwrócić uwagę jest pojemność adsorpcyjna mikroorganizmów, łatwość ich flokulacji lub unieruchamiania, a także sprawność usuwania metali czy stała efektywność zmniejszania ich stężenia przy jednoczesnym zastosowaniu jak najszerszego zakresu odczynu. Duży problem stanowią koszty procesu, a szczególnie etap związany z oddzieleniem biomasy organizmów od wody osadowej.

Istotny wpływ na biodegradację metali ciężkich występujących w glebie przy okazji wykorzystywania środków ochrony roślin mają grzyby glebowe. Dostarczają one między innymi enzymów do biodegradacji, ale także są cenne ze względu na fakt, że mają mniejsze wymagania środowiskowe niż bakterie. Do drobnoustrojów szczególnie pożądanых możemy zaliczyć grzyby z rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Trichoderma*. Na podstawie doświadczenia wykonanego na potrzeby pracy „Fitoelekstrakcja wspomagana biologicznie” możemy wysnuć kilka wniosków odnośnie działalności grzybów. W warunkach doświadczalnych badano wpływ grzybów z rodzaju *Glomus*. Inokulum stanowiły zarodniki grzybów: *Glomus constrictum*, *Glomus geosporum*, *Glomus claroideum*, *Glomus mosseae*, *Glomus laccatum* wyizolowane z próbki zanieczyszczonej metalami ciężkimi gleby. Dla przykładowych gatunków roślin używanych w fitoremediacji stworzono wykresy, ukazujące ich aktywności przy obecności grzybów z rodzaju *Glomus* oraz przy braku wspomagania. Na podstawie doświadczenia, możemy zaobserwować, że na mikoryzę najbardziej czułe były trawy, największy przyrost na długość nadziemnych organów zaobserwowano u babki lancetowatej oraz lucerny siewnej. Przyrost korzeni traw znacznie wpływa na penetrację w głąb zanieczyszczonej gleby, co zwiększa wydajność fitoelekstrakcji metali ciężkich.

Metodę oczyszczania gruntów bazującą na naturalnej zdolności roślin do pobierania i akumulacji metali ciężkich nazywamy fitoremediacją. Fitoodzysk pozwala na usunięcie zanieczyszczenia wraz z masą roślinną w fazie rozwojowej, w której rośliny wykazują największą zdolność do akumulacji metali. Dotychczas duży problem stanowiły dalsze losy zanieczyszczonych roślin, jednak obecnie stosuje się specjalne spalarnie, które zapobiegają powrotom zanieczyszczeń do środowiska. Rośliny używane do fitoremediacji, powinny wykazywać się dużą odpornością na obecność metali ciężkich w glebie, zdolnością akumulacji metali w swoich tkankach (tzw. „hiperakumulatory”), wysokim przyrostem biomasy w stosunkowo krótkim czasie, dobrze poznaną biologią, zdolnością do szybkiego wewnętrznego transportu metali z korzeni do części nadziemnych. Metalofity wykazują dobrze rozwinięty wewnętrzny mechanizm tolerancji na wysokie stężenie metali ciężkich. Zanieczyszczenia ulegają detoksykacji na drodze chelatowania przez specjalne peptydy – fitochelatyny (syntetizowane z glutationu) oraz metalotioneiny (kodowane przez genom jądrowy) zawierające duże ilości reszt cysteinowych zgrupowane w dwóch domenach na C' i N' końcu białka, a następnie szkodliwe substancje gromadzone są w wodniczce. Tam zostają związane w kompleksy z fenolami i glikozydami. Metalofity znajdują także zastosowanie w bioekstrakcji, czyli wydobywaniu toksycznych metali ciężkich z gleb, jezior i rzek. Zdolność roślin do adaptacji do obecności jednego lub kilku metali została wykorzystana do poszukiwania złóż niektórych metali, np. *Hybanthus floribundus* jest krzewem świadczącym o obecności w podłożu niklu, *Eriogonum ovalifolium* wskazuje lokalizację złóż srebra, a niektóre

gatunki *Astragalus* służą identyfikacji złóż uranu. Dla procesu bioremediacji występuje także szereg zaleceń ułatwiających wiązanie metali ciężkich przez rośliny, tj.: musimy zadbać o to, by nie występowały ograniczenia w długości korzeni roślin (szczególnie dotyczy to traw), gdyż uniemożliwia to penetrację zanieczyszczonej gleby, rośliny powinny równomiernie i w pełni pokrywać powierzchnię zanieczyszczonej gleby, możemy stosować specjalne wspomaganie, np. omawiane wcześniej grzyby z rodzaju *Glomus*, wchodzące w mikoryzę z rośliną.

Tab. 3. Zastosowanie różnych gatunków roślin w fitoekstrakcji i fitostabilizacji.
Źródło: [1]

Gatunek rośliny	Proces fitoremediacji	Rodzaj doświadczenia	Zawartość metali w glebie (mg/kg)	Odniesienia literaturowe
<i>Brassica Juncea</i>	fitostabilizacja	wazonowe	Cr (100)	Bluskov i inni (2005)
<i>Lupinus albus</i>	fitostabilizacja	wazonowe	Cu, Pb, Zn (30/2947/2058)	Marinez-Alcala i inni (2009)
<i>Populus tremuloides</i>	Nieokreślono	polowe	Cu	Seguin i inni (2004)
<i>Salix viminalis x Salix Schwerinii</i>	fitostabilizacja	wazonowe	Hg (30)	Wang i inni (2005)
<i>Stachys sylvatica</i>	fitostabilizacja	polowe	As	Antosiewicz i inni (2008)
<i>Nicotiana tabacum</i>	fitoakumulacja	wazonowe	ZnEDTA (60.1)	Loosemore i inni (2004)
<i>Salix viminalis</i>	fitoakumulacja	wazonowe	Cd, Cu, Zn (1.76/547/666)	Hammer i Keller (2002)
			Cd, Cu, Zn (2.49/227/1144)	Hammer i Keller (2002)
			Ni (2199-3028)	Garcia-Leston i inni (2007)
<i>Alyssum pintodasilvae</i>	fitoakumulacja	polowe	Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Ni	Kidd i Monterroso (2005);
		wazonowe	(100/250/500/2000/2500)	Kidd i inni 2007
<i>Brassica oleracea</i>	fitoakumulacja	wazonowe	Tl (1300)	Al.-Najar i inni (2003)
<i>Iberis intermedia</i>	fitoakumulacja	wazonowe	Tl (1300)	Al.-Najar i inni (2003)
<i>Pteris vittata</i>	fitoakumulacja	wazonowe	As (105)	Silva Gonzagai inni (2006)
<i>Thlaspi caerulescens</i>	fitoakumulacja	wazonowe	Cd/Pb/Zn (15.4/4800/2190)	Puschenreiter i inni (2003)
			Cd/Cu/Zn (2.49/227/1144)	Hammer i Keller (2002)
			Cd/Cu/Zn (1.76/547/666)	Hammer i Keller (2002)
<i>Thlaspi goeingeense</i>	fitoakumulacja	polowe	Ni (2580)	Wenzel i inni (2003)
		wazonowe	Cd/Ni/Pb/Zn (15.4/26.2/4800/2190)	Puschenreiter i inni (2003)

Tab. 4. Porównanie zdolności do pobierania metali ciężkich z gleb przez wybrane gatunki roślin.
Źródło: [9]

Rodzaj, gatunek	Zdolność do pobierania m.c. z gleby (g/ha)			
	Zn	Cu	Pb	Cd
<i>Lactuca serriola</i>	20 600	b.d.	b.d.	420
<i>Artemisia vulgaris</i>	8 000	1 620	340	720
<i>Salix viminalis</i>	b.d	b.d	b.d	217
<i>Salix caprea</i>	2 340	76	242	41
<i>Betula pendula</i>	2 480	27	285	8
<i>Deschampsia cespitosa</i>	11 500	b.d	1 600	470
<i>Chenopodium album</i>	13 200	620	200	b.d

W powyższym zestawieniu znajduje się wiele gatunków roślin występujących w województwie opolskim, należy do nich np.: kapusta sitowata (*Brassica juncea*), będąca efemerofitem, czyli gatunkiem czasowo występującym na terenie danego kraju, jednak nie będącym jego gatunkiem rodzimym, łubin biały (*Lupinus albus*), często siany jako poplon ze względu na swoją wysokobiałkowość, kapusta warzywna (*Brassica oleracea*), której odmiany są obecnie szeroko rozpowszechnione na całym świecie, czyściec leśny (*Stachys sylvatica*),

pospolicie występujący na całym niżu Polski oraz wierzba wiciowa (*Salix viminalis*). Kolejnym ważnym gatunkiem jest topola osika (*Populus tremuloides*), która jako gatunek łęgowy, często rośnie na granicy pól oraz rzek. Niestety, populacja topoli osiki drastycznie zmniejsza się na Opolszczyźnie, ze względu na szkodliwą działalność bobrów, zgryzających drewno. Można wysnuć tezę, że topola osika jest jednym z szybciej zanikających drzew naszego województwa.

Tab. 5. Przykłady hiperakumulatorów.

Źródło: [1]

Pierwiastek	Gatunek rośliny	Zawartość metalu (mg/kg)
Cynk (Zn)	<i>T. caerulescens</i>	39,600
Kadm (Cd)	<i>T. caerulescens</i>	1,800
Nikiel (Ni)	<i>Alyssum bertolonii</i>	13,400
Selen (Se)	<i>Astragalus racemosa</i>	14,900
Tall (Tl)	<i>Iberis intermedia</i>	3,070
Miedź (Cu)	<i>Ipomoea alpina</i>	12,300
Kobalt (Co)	<i>Haumaniastrum robertii</i>	10,200
Arsen (As)	<i>P. vittata</i>	27,000

Powyższa tabela zawiera przykłady hiperakumulatorów, czyli roślin, które są w stanie przyjmować nawet do 100 razy większą koncentrację metali ciężkich. Niestety, żaden z wyszczególnionych gatunków nie występuje naturalnie na Opolszczyźnie. Stwierdzono jednak inne gatunki hiperakumulatorów, występujące na terenie naszego województwa, takie jak np.: zawciąg pospolity (*Armeria maritima*) odpowiedzialny za akumulację cynku i ołowiu, rzodkiewnik Hallera (*Arabidopsis halleri*) gromadzący w swoich liściach oraz łodygach cynk i kadm, czy perz właściwy (*Agropyron repens*), z czego ten ostatni pospolicie występuje na całym niżu Polski. Do fitoremediacji zanieczyszczeń rzek używa się metody- ryzofiltracji, bazującej na roślinach pospolitych, takich jak wierzby, topole oraz trzciny.

Fitoekstrakcja, jako jedna z metod fitoremediacji, skupia się na nagromadzeniu wysokiego plonu biomasy z roślin uprawianych w skażonym środowisku. Jest jedyną metodą wykorzystującą rośliny, pozwalającą na usuwanie zanieczyszczeń *in situ* w miejscu skażenia. Rośliny znajdujące zastosowanie w tym procesie są w stanie wydzielać do podłoża specjalne substancje ułatwiające pobieranie metali ciężkich. Poważnym problemem fitoekstrakcji jest niska dostępność przyswajalnych przez rośliny jonów metali. Do fitoekstrakcji indukowanej używa się czynników chelatujących, takich jak np.: EDTA czy kwas cytrynowy. Zanieczyszczenia są kumulowane w wodniczkach, najczęściej w organach starzejących się lub w miejscach, gdzie nie stanowią one zagrożenia dla rośliny, np. w przestrzeniach międzykomórkowych czy w ścianach komórkowych z wykorzystaniem pektyn. Czynnikiem, na które warto zwrócić uwagę przy fitoekstrakcji jest pokrycie gleby przez roślinę, długość korzeni oraz pędów, sucha masa roślin, stężenie pobieranego metalu w roślinie oraz współczynnik akumulacji pierwiastka charakterystyczny dla danego gatunku.

Fitodegradacja, polega na pobieraniu przez rośliny metali ciężkich, a następnie, przy pomocy kompleksów metabolicznych cyklu enzymatycznego (przy po-

mocy enzymów katalizujących reakcję, takich jak dehalogenazy, peroksydazy, fosfatazy), ich transformacji w formy bardziej odpowiednie dla rośliny. Metoda ta powoduje całkowity rozkład zanieczyszczenia do dwutlenku węgla oraz wody, co znacznie redukuje problem zbioru populacji oraz unieszkodliwiania organów roślinnych gromadzących szkodliwe związki. Problem fitodegradacji stanowi odpowiedni dobór zanieczyszczenia, które za jej pomocą będzie usuwane: związki powinna cechować odpowiednia rozpuszczalność, prężność par oraz masa cząsteczkowa.

Fitostabilizacja polega na immobilizacji metali ciężkich w korzeniach roślin, adsorbpcji na powierzchni tych organów lub wytrącania w strefie korzeniowej. Jest to metoda zabezpieczająca przedostawanie się zanieczyszczeń w głąb gleby oraz do hydrosfery, nie degraduje ona jednak szkodliwych substancji. Technika ta używana jest do odtwarzania szaty roślinnej na terenach, na których zanikła ona w wyniku długotrwałego dużego stężenia szkodliwych substancji.

Tab. 6. Porównanie kosztów bioremediacji oraz metod konwencjonalnych do usuwania skażeń wód oraz gruntów
Źródło: [2]

Rodzaj i miejsce skażenia	Koszt konwencjonalnej metody oczyszczania [€]	Koszt bioremediacji [€]	Zysk [€]
Grunt na terenie miejskim, skażony węglowodorami pochodzenia petrochemicznego	wydobycie gruntu, oczyszczanie poza miejscem skażenia 3 mln	biowentylowanie miejsca skażenia 0,2 mln	2,8 mln
Grunt na terenie przemysłowym, skażony węglowodorami pochodzenia petrochemicznego	wydobycie gruntu, oczyszczanie poza miejscem skażenia 3 mln	biowentylowanie miejsca skażenia 0,2 mln	2,8 mln
Grunt i wody gruntowe skażone trichloroetanem (TCE)	pompowanie oraz oczyszczanie 20 mln	ekstrakcja parą wodną, biowentylowanie 2 mln	18 mln
Katastrofa tankowca – skażenie wybrzeża	wymywanie 1,1 mln za km wybrzeża	biostymulacja dodawanymi odżywkami 0,005 mln za km wybrzeża	1 mln za km
Grunt i wody gruntowe na terenie skażonym TCE	pompowanie oraz oczyszczanie wody i gleby 20 mln	biowentylowanie 2 mln	18 mln
Teren skażony halogenowęglowodorami	wydobycie gruntu i oczyszczanie poza terenem 15 mln	biowentylowanie 2 mln	13 mln

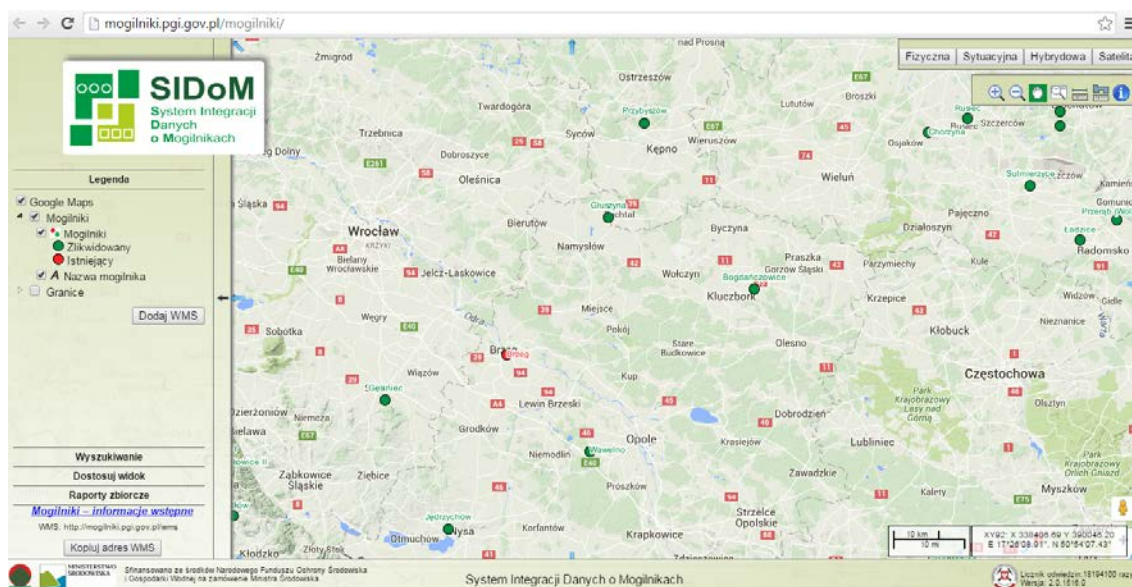
Fitoewaporacja jest metodą polegającą na pobieraniu zanieczyszczeń przez rośliny, a następnie transpiracji zanieczyszczeń w zmienionej formie. Szczególna skuteczność tego procesu została wykazana dla selenu, rtęci oraz arsenu.

Podsumowanie

Bioremediacja posiada niezliczoną ilość zalet, wśród których wymienić można możliwość zastosowania jej w zmiennych warunkach pogodowych oraz w zróżnicowanych formacjach geologicznych, ekonomiczność prowadzenia procesów, w tym niskie wymagania odnośnie specjalistycznej aparatury i sprzętu, możliwość prowadzenia procesu *in situ*, co znacznie ogranicza problemy związane z transportem, dostęp do gleby bezpośrednio po oczyszczeniu, redukcję powstających odpadów, łatwość wdrożenia metody oraz fakt, że rośliny są łatwo dostępnym i odnawialnym źródłem, dobry odbiór społeczeństwa.

Ograniczeniem bioremediacji może być rodzaj skażenia, głębokość penetracji korzeni, rozpuszczalność i dostępność zanieczyszczeń zależna od wielu czynników zewnętrznych, powstawanie materiałów niebezpiecznych, możliwość rozprzestrzenienia się pierwiastków w łańcuchu pokarmowym, konieczność prowadzenia monokultur rośliny dokonującej procesu fitoremediacji, a zatem niższą odporność populacji na szkodniki czy choroby, możliwość sprowadzenia wraz z gatunkiem będącym hiperakumulatorem, innych gatunków inwazyjnych, w tym gatunków potencjalnie niebezpiecznych dla rodzimej fauny i flory, wolne tempo oczyszczania, metody bioremediacji są stosunkowo mało poznane naukowo.

Koniecznym jest, aby bioremediacja, jako metoda usuwania zanieczyszczeń z gruntów, się rozwijała. Zbadane powinny zostać sposoby odzysku metali z biomasy roślinnej oraz z formacji geologicznej, a także dalszy los mikroorganizmów oraz roślin, w których akumulowane są substancje niebezpieczne. Dodatkowo, równocześnie z badaniami nad ewentualnymi zagrożeniami wynikającymi z zastosowanych metod, powinny być prowadzone doświadczenia na poziomie inżynierii genetycznej, mające na celu podniesienie zdolności akumulacyjnych wybranych organizmów, a także możliwości krzyżowania i lepszej adaptacji gatunków. Naturalne metalofity stanowią bardzo dobry punkt wyjścia do badań nad mechanizmami odporności na wysokie stężenia metali, co powinno się przełożyć na wskazanie genów odpowiedzialnych za złożone procesy, a w przyszłości powstanie transgenicznych odmian osiągających lepsze wyniki oczyszczania. Rozwój metod oczyszczania gruntów powinien być szeroko badany, ze względu np. na bliską perspektywę zamknięcia składowiska odpadów niebezpiecznych w Różanowie, co za tym idzie konieczność oczyszczenia okolicznych gruntów, ograniczenie ilości produkowanych i nieużytych odpadów. Metody remediacji wpisują się w programy rozwoju technologii sąsiadujących województw, np. województwa śląskiego na lata 2010 – 2020. Na terenie Opolszczyzny, bioremediacja znalazłaby zastosowanie nie tylko do usuwania metali ciężkich z gleb wykorzystywanych rolniczo, ale również z gruntów po dawnych mogiłnikach, czy do unieszkodliwiania skażeń powstałych w obecnie istniejącym mogiłniku na terenie miasta Brzeg.



Ryc. 9. Mogilniki województwa opolskiego.

Źródło: www.mogilniki.pgi.gov.pl/mogilniki

Literatura:

- [1] Grobelak A., Kacprzak M., Fijałkowski K. Fitoremediacja – *niedoceniony potencjał roślin w oczyszczaniu środowiska* w: JEcolHealth, vol. 14, nr 6, listopad-grudzień 2010.
- [2] Hadaś E. *Bioremediacja metali ciężkich i innych zanieczyszczeń z gleby*. Źródło: <http://www.parasit.amp.edu.pl/seminars/1WL-2/W-3.pdf> [dostęp: 14 czerwca 2016]
- [3] Kopcewicz J. *Podstawy biologii roślin*. PWN: Warszawa, 2012.
- [4] Koszałkowska M., Kręcidło Ł. *Wpływ biostymulacji i bioaugmentacji gleby skażonej związkami ropopochodnymi na jej aktywność biologiczną*. Źródło: <http://www.knbt.uni.opole.pl/show.php?id=31&lang=pl&m=1> [dostęp: 26 marca 2016]
- [5] Marecik R., Króliczak P., Cyplik P. (2006) Fitoremediacja – *alternatywa dla tradycyjnych metod oczyszczania środowiska* w: Biotechnologia 3 (74), s. 88-97.
- [6] Mierek-Adamska A., Dąbrowska G., Goc A. (2009) *Rośliny modyfikowane genetycznie, a strategie oczyszczania gleb z metali ciężkich* w: Postępy Biologii Komórki, t. 36, Nr 4, s. 649 – 662.
- [7] Rambau W. *Reakcja autochtonicznej mikroflory gleby skażonej ropopochodnymi na zastosowanie preparatu enzymatycznego i natlenienia*. Źródło: <http://www.knbt.uni.opole.pl/show.php?id=29&lang=pl&m=1> [dostęp: 26 marca 2016]
- [8] Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska W Opolu: *Stan środowiska w województwie opolskim w latach 2005- 2006*. Biblioteka monitoringu środowiska: Opole, 2007.
- [9] Żurek G., Majtkowski W. (2009) *Rośliny alternatywne w fitoekstrakcji metali ciężkich z obszarów skażonych*. Problemy Inżynierii Rolniczej, Nr 3, s. 83-89.

akalinichenko@uni.opole.pl

SPIS TREŚCI

S.A. BALIUK, V.V. MEDVEDEV, J. MAKUCHOWSKA-FRYC SOILS OF UKRAINE, THEIR PROPERTIES AND FERTILITY	5
M.Ya. BOMBA, U.B. LOTOTSKA-DUDYK, ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WATER RESOURCES AND WAYS OF THEIR RATIONAL USE	14
Viktor KARPENKO, Alina BURLIAI, J. MAKUCHOWSKA-FRYC WAYS OF REDUCING CARBON EMISSIONS IN AGRICULTURE OF UKRAINE	20
V. DUBOVYY, O. DUBOVYY ECOLOGICAL CULTURE AS THE BASE OF THE SOCIETY HARMONIZATION IN THE SCIENTIFIC PROGRESS ERA	28
Volodymyr M. ISAIENKO, Kateryna O.BABIKOVA, Małgorzata OSTROWSKA ENGINEERING ECOLOGY	35
Victor KARPENKO, Oleksandr BURLIAI PRODUCTION OF ALTERNATIVE PRODUCTS AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN RURAL AREAS	43
Lyudmyla KIRILENKO, Antonina KALINICHENKO, Volodymyr PATYKA INFLUENCE PLANT PATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI ON THE EFFICIENCY OF THE SYMBIOTIC SYSTEM RHIZOBIUM GALEGAE – <i>GALEGA ORIENTALIS</i> L	51
O. MAKLYUK OPTIMIZATION OF THE ECOLOGICAL STATE AGROCENOSSES BIOLOGICALLY ACTIVE SOIL	65
D.I. MASLENNIKOV, T.G. TKACHENKO, J. GAJDA MATHEMATICAL MODEL OF MICROCLIMATIC PECULIARITIES IN TEMPERATURE CONDITIONS	72
M.M. MUSIENKO, O.V. VOITSEKHIVSKA, L.M. BATSMANOVA ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE SOCIETY IN THE FUTURE - REALITY AND PROSPECTS	81
V.K. POUZIK, L.V. GOLOVAN', M. OSTROWSKA BIOLOGICAL CONTROL OF ENVIRONMENT: GENETIC MONITORING	88
V. PATYKA, O. ZAKHAROVA, O. GORB, St. GAJDA ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN SOLVING THE CONFLICT BETWEEN NOOSPHERE AND BIOSPHERE	95

Małgorzata OSTROWSKA	
WODY POWIERZCHNIOWE ZLEWNI RZEKI MAŁA PANEW BĘDĄCE POD WPŁYWEM ANTROPOGENIZACJI	104
Małgorzata OSTROWSKA, Monika PAWLITA-POSMYK	
ANALIZA OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W MIEJSCOWOŚCI PIETROWICE WIELKIE	117
Małgorzata OSTROWSKA, Monika PAWLITA-POSMYK	
CHARAKTERYSTYKA GOSPODARKI ODPADAMI W GMINIE SKARBIMIERZ	132
Małgorzata OSTROWSKA	
ANALIZA PORÓWNAWCZA ZESPOŁÓW GLONÓW W ZBIORNIKU TURAWA	149
Małgorzata OSTROWSKA	
BUDOWLE I URZĄDZENIA ŚRODOWISKOWE W RZEKACH	166
Elżbieta PYTLIK, Antonina KALINICHENKO	
SKAŻENIA GLEB METALAMI CIĘŻKIMI ORAZ BIOREMEDIACJA JAKO SZANSĄ NA POPRAWĘ STANU GLEB W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM	181