



LORIS Wizja

Regionalny foresight technologiczny

**Inwentaryzacja istniejących zasobów wiedzy o województwie łódzkim
i technologiach istotnych z punktu widzenia rozwoju gospodarki regionu**

Autorzy:

prof. dr hab. Lech Michalczuk, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

prof. dr hab. Danuta Goszczyńska, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

dr hab. Wojciech Ambroziak, prof. P.Ł., Politechnika Łódzka

dr Jacek Michalak, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

dr Barbara Michalczuk, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

dr inż. Iwona Sowik, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

mgr Joanna Chociłowska-Chołuj, Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Łowiczu

mgr inż. Jolanta Brzozowska-Michalak, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

Skierniewice 2007

ISBN 978-83-60230-11-4

Wprowadzenie

Celem opracowania było skompletowanie istniejących prac badawczych i analitycznych w obszarze priorytetowych technologii dla zrównoważonego rozwoju woj. łódzkiego na podstawie studiów literaturowych w wybranych obszarach wchodzących w obręb pola: równoważony rozwój, obejmujące dostępne raporty, analizy, opracowania regionalne i inne materiały krajowe i zagraniczne przydatne do opracowywania prognozy rozwoju technologii w okresie do 2020 roku.

Raport składa się z czterech części. W częściach pierwszej i drugiej zinwentaryzowano zasoby naturalne regionu oraz czynniki społeczno-ekonomiczne mogące mieć wpływ na rozwój gospodarki. Wykorzystano do tego celu dane z Roczników Statystycznych oraz z internetowych baz danych Urzędu Statystycznego, informacje z urzędów krajowych i regionalnych oraz opracowania naukowe o regionie. W części czwartej dokonano analizy zasobów z punktu widzenia rozwoju gospodarki i wytypowano priorytetowe branże, które mają szansę rozwoju w regionie. W piątej części dokonano analizy istniejących technologii oraz prac badawczych i badawczo-rozwojowych mogących znaleźć zastosowanie w rozwoju technologii w wytypowanych branżach. W badaniach tych wykorzystano bazę danych SYNABA, zawierającą informacje o pracach badawczych i badawczo-wdrożeniowych prowadzonych w polskich placówkach oraz bazy danych literaturowych, zawierających streszczenia i dane bibliograficzne o publikacjach wydanych w ponad 1000 czasopism naukowych. W przypadku ważniejszych prac korzystano także z pełnych tekstów publikacji.

1. Informacje ogólne o województwie łódzkim

1.1. Położenie i środowisko naturalne

Województwo łódzkie leży na geometrycznych osiach Polski: północ-południe i wschód-zachód, które krzyżują się w Piątku w powiecie łęczyckim (geometryczny środek Polski). Powierzchnia województwa zajmuje 18.219 km² (9 miejsce w kraju). Region położony jest na pograniczu pasa nizin środkowopolskich i wyżyn Polski południowej i przeważają w nim krajobrazy nizinne. Najwyższymi punktami województwa jest Góra Chełmo (323 m n.p.m.) i Góry Mokre (346 m n.p.m.). Pod względem geologicznym większość regionu składa się z młodych utworów polodowcowych, pod którymi zalegają osady starsze, wychodzące miejscami na powierzchnię w części południowej i południowo-wschodniej regionu¹.

¹ Liszewski S. (red.), 2001. Zarys monografii województwa. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź

1.2. Zasoby naturalne

1.2.1. Surowce mineralne

Na obszarze województwa zidentyfikowano dotychczas następujące zasoby mineralne: węgiel brunatny zalegający na obszarze od Strykowa przez Rogoźno, Sierpów do Uniejowa oraz w rejonie Bełchatowa, Kleszczowa i Szczercowa, wysady solne na linii Ozorków – Kłodawa, złoża niskoprocentowych rud żelaza w okolicach Wielunia, Inowrocławia, Tomaszowa Mazowieckiego i Łęczycy, wapienie i margle (Działoszyn, Burzenin, Przedbórz, Sulejów, Tomaszów Mazowiecki, Wadlew, Dobroń, Poddębice), żwiry i piaski kredowe (Biała Góra, Nagórzyce, Ręczno, Przedbórz, Burzenin), oraz łatwo dostępne gliny, piaski i żwiry eksploatowane na potrzeby drogownictwa, budownictwa i oraz przemysłu ceramicznego i materiałów budowlanych². W utworach triasowych, jurajskich i kredowych w obrębie niecki łódzkiej występują też wody termalne. Ich ilość szacowana jest na 42 mln m³, co odpowiada ok. 246 tys. ton paliwa umownego (t.p.u.) na kilometr kwadratowy³.

1.3. Zasoby wodne

1.3.1. Wody powierzchniowe

Region łódzki jest bardzo ubogi w zasoby wodne. Przez jego teren przebiega dział wodny pierwszego rzędu, pomiędzy dorzeczami Wisły i Odry, który stanowi strefę źródłową dorzecza spływających na zewnątrz trzech głównych rzek regionu: Warty, Pilicy i Bzury. Z obszaru województwa odpływa netto średnio 81,075 m³/s wody.

Łączna długość rzek na terenie województwa wynosi 3771,86 km a ich powierzchnia 7280 ha (15 miejsce w Polsce). Powierzchnia wód stojących na terenie województwa łódzkiego (niemal wyłącznie zbiorniki retencyjne) wynosi 7 103 ha, co daje 11 miejsce w kraju. Z uwagi na duży stopień urbanizacji regionu, wiele rzek jest silnie zanieczyszczonych i zdegradowanych. Z tego względu oszczędna i racjonalna gospodarka istniejącymi w regionie łódzkim zasobami jest warunkiem niezbędnym dla dalszego rozwoju regionu⁴.

Zgodnie z wykazami Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej w Warszawie i w Poznaniu, wody głównych rzek województwa łódzkiego: Pilicy, Warty i Bzury, powinny mieć klasę czystości umożliwiającą bytowanie ryb karpiowatych. Jednakże badania wykonane w 2003 roku wykazały, że żadna z nich nie spełnia wymagań normy. Stan czystości pozostałych rzek województwa jest również niezadowalający – zdecydowana ich większość prowadzi wody III

² Liszewski S. (red.), 2001. Zarys monografii województwa. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.

³ Ney R., Sokołowski J., 1992. Mapa okręgów i subbasenów geotermalnych Polski. W: Atlas geosynoptyczny Polski, PAN, Kraków, Warszawa.

⁴ Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2003 r. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź 2004.

klasy i pozanormatywne. Do najbardziej zanieczyszczonych rzek województwa należą, w całości lub na niektórych odcinkach: Bzura, Moszczenica, Ochnia, Słudwia, Skierniewka, Warta, Pichna, Ner, Nieciecz i Pilica. Rzeki te odbierają ścieki przemysłowe i komunalne z licznych ośrodków miejskich. Do najczystszych rzek w regionie należą Widawka z Grabią i Ner Grabia (prawobrzeżne dopływy Warty) oraz Rawka (dopływ Bzury).⁵ Ograniczenie negatywnego oddziaływania przemysłu i rolnictwa na wody powierzchniowe oraz dążenie do renaturyzacji rzek jest głównym celem Wojewódzkiego Programu Ochrony i Rozwoju Zasobów Wodnych⁶, zatwierdzonego uchwałą Sejmiku Wojewódzkiego z dnia 31.01.2006.

Z uwagi na położenie województwa na wododziale i związanym z tym znacznym odpływem netto oraz stosunkowo małymi opadami atmosferycznymi, konieczne jest retencjonowanie wody. Do najważniejszych zbiorników retencyjnych na terenie województwa należą „Jeziorsko” na Warcie (42,3 km² powierzchni i 202,8 mln m³) i „Sulejowski” na Pilicy (23 km² i 75 mln m³) oraz kilka mniejszych jak „Słok” i „Wawrzkowizna” na Widawce „Miedzna” na rzece Wąglance, „Cieszanowice” na rzece Luciąży, „Czarnocin I” i „Czarnocin II” na rzece Wolbórze, „Joachimów-Ziemiary” na rzece Rawce i „Próba” na rzece Żeglinie. Wojewódzki Program Małej Retencji dla Województwa Łódzkiego z roku 2005⁷, zakłada lokalizację ponad 300 wielofunkcyjnych zbiorników wodnych, służących przede wszystkim potrzebom rolnictwa, ochrony przeciwpowodziowej, środowiska przyrodniczego i rekreacji oraz ochrony przeciwpożarowej.

1.3.2. Wody podziemne

Zasoby wód podziemnych w województwie łódzkim są dość znaczne – w 2005 roku wynosiły 148900 m³/h i stanowiły 9% ogólnych zasobów wód podziemnych kraju. W granicach województwa łódzkiego znajduje się w całości lub we fragmentach 20 Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Zapewniają one wystarczającą ilość wody do celów komunalnych w części województwa. Wadą jest nierównomierne rozmieszczenie zbiorników. W niektórych rejonach województwa (Łódź, rejon KWB „Bełchatów”), ze względu na nadmierną eksploatację zasobów wód podziemnych lub w związku z działalnością kopalni, wytworzyły się lokalne leje depresyjne. Lej na terenie Łodzi w okresie ostatnich kilku lat ulega stopniowemu spłyceniu⁸.

⁵ ibid.

⁶ <http://www.melioracja.bip.lodz.pl/docs/others/wojprochrzaswod.pdf>

⁷ Marszałek W, Wiśniewski S. 2005. Wojewódzki Program Małej Retencji dla Województwa Łódzkiego. <http://www.melioracja.bip.lodz.pl/docs/others/synteza Wojewodzkiego programu malej retencji.pdf>

⁸ Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2005 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 2006.

1.3.3. Zużycie wody.

Całkowite zużycie wody w regionie łódzkim w 2005 roku wynosiło 295,5 hm³, z czego 29,3% zużyto na cele przemysłowe, 31,0% na cele rolnicze i leśne (do nawodnień oraz w gospodarstwach rybackich) oraz 39,7% na cele komunalne. Woda na cele komunalne, średnio 367566 m³ na dobę, pochodziła głównie z ujęć podziemnych (97%). Znaczący udział wód powierzchniowych w zaopatrzeniu w wodę do celów komunalnych wykazywały tylko Łódź i Tomaszów Mazowiecki, korzystające z ujęcia nad zbiornikiem Sulejowskim.

W ogólnym bilansie zużycia wody przez przemysł (średnio 295018 m³ na dobę) przeważały wody powierzchniowe (68%). Woda na cele rolnicze pochodziła głównie (ponad 98%) z ujęć powierzchniowych⁹.

1.4. Gleby

W regionie dominują gleby bielcowe wytworzone na piaskach, glinach zwałowych i piaskach naglinionych oraz na żwirach i utworach pyłowych pochodzenia wodnego, pokrywające blisko 85% terenu. Najbardziej żyzne są bielice wytworzone z glin zwałowych i piasków naglinowych, pokrywające nieco mniej niż 1/3 powierzchni województwa oraz typ bielie pyłowych. Po bielicach największe powierzchnie zajmują gleby bagienne (w większości mułowo-bagienne) i gleby torfowe. Pozostałe gleby występujące w regionie to: gleby brunatne, czarne ziemie, rędziny i mady.

Większość gleb jest silnie zakwaszona i w dużej mierze wymaga nawożenia w podstawowe mikroskładniki (P, K, Mg) i niektóre mikroelementy. Ze względu na piaszczysty skład granulometryczny, gleby w regionie są bardzo lekkie i podatne do uprawy. Gleb ciężkich i bardzo ciężkich jest mało i ich uprawa w skali województwa nie stanowi większego problemu. Warunki wilgotnościowe są na ogół średnio korzystne. Przeważają tereny z glebami, w których stale lub okresowo brakuje wody. Wiąże się to również z piaszczystym składem granulometrycznym tych gleb, a zatem z ich małą retencją wody.

Ogólnie w regionie gleby bardzo dobre i dobre (klasa I–IIIa) zajmują zaledwie około 9% powierzchni gruntów ornych. Są one skoncentrowane w północnej części województwa w powiatach: kutnowskim, łowickim i w okolicach Łęczycy. Gleby średniej jakości (klasa IIIb–IV) zajmują około 45%, a gleby najgorsze (klasy V–VI) około 46% powierzchni. Gleby najgorsze przeważają w pasie południowym powiatów: piotrkowskiego, bełchatowskiego i częściowo wieluńskiego¹⁰.

⁹ Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2005 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 2006

¹⁰ ibid.

1.5. Agroklimat

Opady atmosferyczne, które w dużym stopniu decydują o wartości środowiska przyrodniczego dla rolnictwa, są istotnie zróżnicowane. Obszary położone na północ od Łodzi cechują opady około 500 mm w ciągu roku, natomiast na południe od linii Wieluń – Radomsko i w okolicach Łodzi suma opadów wynosi ponad 600 mm w ciągu roku. Obszary o najwyższych opadach znajdują się w rejonach Radomska i na wschód od Łodzi, natomiast Niecka Sieradzka, Wysoczyzna Rawska, Pradolina Warszawsko-Berlińska i Równina Kutnowska ma ich najmniej. W ciągu roku przeciętnie występuje około 156 dni z opadami, z tego w granicach 39–47 dni z opadami śniegu. Pokrywa śnieżna, jej grubość i długość zalegania, ma istotne znaczenie gospodarcze. Przeciętnie śnieg leży 50-70 dni, przy czym najkrócej zalega w okolicy Sieradza, a najdłużej w rejonie Wielunia i Tomaszowa Mazowieckiego. Przeciętnie pokrywa śnieżna pojawia się w pierwszej dekadzie stycznia, a znika na przełomie drugiej i trzeciej dekady marca. Stosunkowo niewielkie opady, w szczególności na obszarach rolniczych regionu, mają negatywny wpływ na rozwój intensywnego rolnictwa ¹¹.

1.6. Lasy

Całkowita powierzchnia lasów w województwie łódzkim w 2005 roku wynosiła 377642 ha, i w stosunku do roku 2001 zwiększyła się zaledwie o 1%. Wskaźnik lesistości województwa wynosi 20,7%, tzn. jest znacznie mniejszy niż przeciętna dla Polski (28,4%). Największą lesistość mają powiaty: tomaszowski (30,3%), radomszczański (30,1%), opoczyński (30,1%), i bełchatowski (29,6%) a najniższą powiaty: kutnowski (4,7%), łęczycki (5,4%), łowicki (9,4%) i rawski (11,2%) - najbardziej rolnicze obszary województwa. 245,7 tys. ha lasów (65% całkowitej powierzchni leśnej) jest własnością państwową zarządzaną przez Regionalną Dyрекcję lasów Państwowych, 123 tys. ha (32,5%) jest własnością prywatną a ok. 3,2 tys. ha jest własnością komunalną i innych resortów. Przeciętny wiek drzewostanów wynosi 57 lat. Jest on o dwa lata wyższy od średniej krajowej i od szeregu lat ma tendencję zwykłą. Lasy z drzewostanem starszym niż 80 lat stanowią łącznie 20,9%.

Odnowienia i zalesienia w skali rocznej wynoszą średnio 6,7% i w latach 2001-2005 nie ulegały większym zmianom. Wystarcza to na pokrycie ubytków spowodowanych wyrębem i przyczynami naturalnymi oraz na niewielki (ok. 0,2% w skali rocznej) przyrost powierzchni leśnej. W krajowym programie rozwoju lesistości do roku 2020 zakłada się jej zwiększenie na terenie województwa łódzkiego do 30%¹². Osiągnięcie tego celu będzie wymagało znacznej

¹¹ Liszewski S. (red.), 2001. Zarys monografii województwa. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.

¹² Leśnictwo w województwie łódzkim w latach 2001-2005. Urząd Statystyczny w Łodzi, Łódź 2006.
http://www.stat.gov.pl/urzedzylodz/publikacje/publikacje_el/lesnictwo_2001_2005.pdf.

intensyfikacji zalesień.

1.7. Ochrona środowiska

Region łódzki należy do jednych ze średnich w skali kraju „trucicieli” środowiska. W 2005 roku na jego terenie zostało wyemitowanych 7,9 tys. ton zanieczyszczeń pyłowych powietrza (7,1% krajowej emisji) i 220,8 tys. ton zanieczyszczeń gazowych (11,0% emisji krajowej). Jednakże ze względu na wyspowe emisje zanieczyszczeń, na obszarze województwa występują lokalnie przejściowe przekroczenia norm czystości powietrza. W szczególności dotyczy to aglomeracji łódzkiej, gdzie stwierdzono chwilowe (przy 1 godzinnym uśrednianiu wyników), przekroczenia dopuszczalnej zawartości w powietrzu NO₂, SO₂ i O₃¹³, czego przyczyną jest duże natężenie ruchu samochodowego.

W roku 2005 na terenie województwa powstało 4449,5 tys. ton odpadów przemysłowych stałych (3,6% produkcji krajowej) i 639,4 tys. ton odpadów komunalnych (6,8 % produkcji krajowej)¹⁴.

W roku 2005 ogólna ilość ścieków odprowadzanych w regionie łódzkim wynosiła 368,5 m³ na dobę, z czego 93,1%, oczyszczono biologicznie, 6,0% oczyszczono mechanicznie, 0,2 % oczyszczono mechaniczno–chemicznie, 0,6% pozostało nieczyszczonych a 0,1% nie wymagało oczyszczania. Ogólna ilość ścieków komunalnych w latach 1998-2005 spadła o blisko 25%, natomiast w wyniku poprawy technologii oczyszczania i zwiększenia liczby oczyszczalni dramatycznie zmniejszony został ich ładunek: o 1460% w przypadku biologicznego zapotrzebowania tlenu (BZT₅), o 450% w przypadku chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT) i o 1400% w przypadku zawiesin. Największy spadek obciążenia odprowadzanych ścieków nastąpił w latach 1998-2000 (Tab. 3).

Tabela 3. Zestawienie ładunków w ściekach miejskich w latach 1998 – 2005

Lata	BZT ₅ (mg O ₂ /dobę)	ChZT (mg O ₂ /dobę)	Zawiesiny (mg/dobę)	Q m ³ /dobę
1998	48,5	106,7	90,0	448336
1999	23,0	52,3	35,5	428514
2000	29,7	64,4	33,7	419500
2001	12,8	34,8	15,7	413863
2002	11,6	34,7	16,1	401336
2003	4,3	21,3	9,1	356882
2004	4,0	21,7	3,4	361277
2005	3,1	19,4	6,0	337415

Źródło: Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2005 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 2006

¹³ Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2005 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 2006.

¹⁴ ibid.

Na terenie województwa funkcjonuje 125 komunalnych oczyszczalni ścieków (stan na 31.12.2005), czyli 4,3 % ogółu oczyszczalni w Polsce. Nakłady na inwestycje w ochronę środowiska w 2005 roku wyniosły 449,1 mln zł, co stanowi 8,3% nakładów krajowych.

1.8. Ludność

W roku 2005 liczba mieszkańców województwa łódzkiego wynosiła 2 mln 577 tys., co stanowi 6,8 % ludności kraju. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 143 osoby/km² (przeciętna dla Polski 122 osób/km²), ustępując w kraju tylko trzem regionom: śląskiemu (382), małopolskiemu (214) i dolnośląskiemu (145 osób/km²). Wskaźnik feminizacji wynosi 109 kobiet na 100 mężczyzn. Udział osób starszych, w wieku poprodukcyjnym wynosi prawie 17% mieszkańców, przy średniej krajowej niewiele ponad 14%. Przyrost naturalny i saldo migracji, wewnętrznych i zagranicznych, są ujemne i wynoszą odpowiednio -3,4 i -0,7 na 1000 mieszkańców. Według prognoz GUS ludność województwa, podobnie jak ludność całej Polski, będzie się w okresie najbliższych 25 lat w dalszym ciągu systematycznie zmniejszać – do roku 2030 o blisko 12,5% (Tab. 4).

Tabela 4. Prognoza ludności Polski - stany na 31 XII

Miejsce	Województwo	Ludność (tys.)					
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Polska	38123,3	37899,2	37625,9	37228,8	36598,0	35693,0
1	mazowieckie	5144,6	5165,1	5181,9	5181,9	5147,0	5070,7
2	śląskie	4680,7	4574,2	4452,4	4312,7	4145,6	3952,4
3	wielkopolskie	3368,5	3388,3	3406,2	3412,5	3394,3	3346,3
4	małopolskie	3265,2	3289,5	3308,9	3317,2	3304,4	3264,6
5	dolnośląskie	2888,7	2852,8	2811,0	2759,4	2691,3	2605,2
6	łódzkie	2577,6	2527,8	2478,5	2424,8	2360,6	2281,8
7	lubelskie	2178,7	2151,0	2125,7	2095,8	2055,5	2000,8
8	pomorskie	2196,2	2210,6	2219,2	2217,3	2197,7	2159,3
9	podkarpackie	2096,5	2097,7	2099,6	2095,9	2079,1	2044,7
10	kujawsko-pomorskie	2066,4	2059,6	2048,8	2030,3	1997,8	1949,2
11	zachodniopomorskie	1696,3	1688,2	1675,8	1656,2	1624,8	1580,1
12	warmińsko-mazurskie	1426,8	1422,9	1415,4	1402,1	1378,4	1344,0
13	świętokrzyskie	1283,1	1263,6	1244,6	1222,5	1194,4	1158,7
14	podlaskie	1201,0	1189,9	1178,9	1165,5	1145,8	1118,4
15	opolskie	1045,3	1013,5	980,1	945,5	907,9	866,5
16	lubuskie	1007,8	1004,7	998,9	989,2	973,6	950,3

Źródło: GUS, http://www.stat.gov.pl/dane_spol-gosp/ludnos/prognoza_ludnosci/index.htm.

1.9. Struktura administracyjna

Województwo łódzkie tworzą 24 samorządowe powiaty, w tym 3 miasta na prawach powiatu: Łódź, Piotrków Trybunalski i Skierniewice. Region składa się ze 177 jednostek szczebla podstawowego, z czego 135 to gminy wiejskie, 24 miejsko-wiejskie i 18 miejskich. Województwo łódzkie charakteryzuje się wysokim współczynnikiem urbanizacji. Na terenie województwa zlokalizowane są 42 miasta, w których mieszka 64,8% ludności regionu, co jest wartością powyżej średniej krajowej (61,6%) i plasuje region na 5 pozycji w kraju. Poziom urbanizacji wyższy od łódzkiego mają tylko 4 regiony: śląski (78,9%), dolnośląski (71,1%), zachodniopomorski (69,3%) i pomorski (67,8%). Stolica regionu, wraz z otaczającymi ją mniejszymi miejscowościami wzajemnie ze sobą powiązаныmi funkcjonalnie, tworzy Łódzki Obszar Metropolitalny (ŁOM).¹⁵

1.10. Infrastruktura komunikacyjna

Przez teren województwa łódzkiego przechodzą dwa z dziesięciu transeuropejskich korytarzy komunikacyjnych:

- korytarz II o przebiegu równoleżnikowym zachód-wschód (Berlin – Warszawa – Mińsk Moskwa) obejmujący połączenia:
 - drogowe – autostrada A2 (obecnie droga nr 2), stanowiąca fragment transeuropejskiej drogi E30 z Irlandii (Cork) do Wschodniej Rosji (Omsk).
 - kolejowe – magistrała kolejowa E20;
- korytarz VI o przebiegu południkowym północ-południe (Gdańsk – Łódź/Warszawa – Katowice – Ostrawa/Bratysława) obejmujący połączenia:
 - drogowe – autostrada A1 (obecnie droga nr 1) stanowiąca fragment transeuropejskiej drogi E75, prowadzącej ze Skandynawii na Bałkany;
 - kolejowe – magistrała węglowa Śląsk – Porty oraz Centralna Magistrała Kolejowa (CMK).

Ponadto przez teren województwa przebiega 17 dróg krajowych o łącznej długości 1286 km (piąte miejsce w kraju). Średnia gęstość dróg krajowych wynosi 7.1 km/100 km², przy średniej krajowej 5,6 km/100km². W zasięgu dróg międzynarodowych znajduje się 17 miast województwa natomiast połączenia siecią dróg krajowych mają prawie wszystkie miasta województwa (z wyjątkiem Szadek, Żychlina, Koluszek, Zelowej, Białej Rawskiej i Drzewicy)¹⁶. Znacznie gorzej rozwinięta jest sieć dróg wojewódzkich, których łączna długość

¹⁵ Liszewski S. (red.), 2001. Zarys monografii województwa. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.

¹⁶ Diagnoza województwa łódzkiego. Tom II. Sfera gospodarczo przestrzenna. Łódź 2005.
<http://www.lodzkie.pl/lodzkie/fundusze/programowanie/aktualizacja/index.html>.

wynosi 1178 km, co daje średnią gęstość 6,6 km/100 km² (średnia krajowa 8,8 km/100 km²).

Stosunkowo gorzej rozwinięta jest także sieć połączeń kolejowych. Łączna długość linii normalnotorowych w województwie wynosi 1078 km, co daje średnią gęstość 5,9 km na 100 km², przy średniej krajowej 6,3 km/100 km². Praktycznie wszystkie linie są zelektryfikowane. Najważniejsze linie kolejowe o znaczeniu krajowym i międzynarodowym biegną jednak w peryferyjnych obszarach województwa, omijając stolicę regionu. Dotyczy to linii transeuropejskich: E-20 Warszawa - Kutno – Poznań oraz magistrali węglowej Herby Nowe – Zduńska Wola (Karsznice) – Inowrocław – Gdynia. Natomiast Centralna Magistrala Kolejowa nie ma w regionie żadnego przystanku a tylko przebiega tranzytem przez województwo łącząc Warszawę ze Śląskiem i Zagłębiem. Najważniejszym węzłem kolejowym w województwie jest Łódź, w której krzyżują się trasy na kierunkach Warszawa - Wrocław i Poznań - Lublin. Ponadto ważnym węzłem kolejowym są Koluszki, a mniejszymi Skierniewice, Łowicz, Tomaszów Mazowiecki i Chorzew – Siemkowice.

Obecna sieć linii kolejowych zapewnia jedynie podstawową obsługę regionu. Ponad 1/3 miast województwa leży z dala od linii kolejowych. Brakuje także szybkich połączeń Łodzi i jej aglomeracji poprzez pociągi typu Inter i Euro City. Spadek znaczenia kolei w przewozach ładunków i pasażerów, spowodowany przede wszystkim zmniejszonym zapotrzebowaniem przemysłu na transport towarów masowych oraz konkurencją transportu kołowego, powoduje likwidację lub ograniczenie połączeń na liniach lokalnych i dalsze pogorszenie sytuacji na kolei¹⁷.

Podstawowym problemem związanym z infrastrukturą komunikacyjną regionu jest bardzo niska jakość istniejących połączeń kołowych i kolejowych. Wśród dróg kołowych stanowiących część transeuropejskich korytarzy transportowych obecnie istnieją jedynie dwa odcinki autostrad: fragment autostrady A1 od Głuchowa do Piotrkowa Trybunalskiego o długości 18 km oraz odcinek autostrady A2 od Strykowa do granic województwa i dalej do Poznania. Ponadto część drogi nr 1 (od Tuszyna do granic województwa) oraz droga nr 8 (Warszawa-Piotrków) mają dwie jezdnie. Pozostały odcinek drogi nr 1 na północ od Łodzi oraz fragment drogi nr 2 przebiegający przez województwo są jednojezdniowe z asfaltowymi poboczami. Pozostałe odcinki dróg krajowych oraz drogi wojewódzkie są jednojezdniowe bez poboczy.

Poważny wpływ na warunki ruchu ma także słaby stan nawierzchni dróg. W ocenie Głównej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, w roku 2004 natychmiastowej modernizacji na terenie województwa wymagało 32% międzynarodowych i krajowych dróg kołowych oraz na ponad 60% dróg wojewódzkich. Gorszy stan dróg występuje tylko w województwach małopolskim,

¹⁷ Diagnoza województwa łódzkiego. Tom II. Sfera gospodarczo przestrzenna. Łódź 2005.
<http://www.lodzkie.pl/lodzkie/fundusze/programowanie/aktualizacja/index.html>.

świętokrzyskim i kujawsko-pomorskim a porównywalny w mazowieckim¹⁸

Paradoksalnie, oddanie do użytku fragmentu autostrady A2 ze Strykowa do granic województwa bez jednoczesnego pobudowania rozjazdów spowodowało znaczne pogorszenie warunków ruchu na odcinkach dróg krajowych i wojewódzkich, zapewniających dalsze połączenie z Warszawą. Radykalnej poprawy sytuacji można spodziewać się dopiero po wybudowaniu odcinka autostrady ze Strykowa do Warszawy, co jest spodziewane, według różnych źródeł, na lata 2009-2012¹⁹.

Podobny problem dotyczy dróg kolejowych; wszystkie odcinki linii międzynarodowych oraz większość lokalnych wymagają modernizacji. Obecnie prowadzona jest modernizacja linii Łódź-Skierniewice. Po jej ukończeniu w roku 2008 planowane jest wprowadzenie połączeń ekspresowych Łódź – Warszawa, skracających czas podróży do ok. 1 godziny²⁰.

Poza transportem lądowym, w regionie łódzkim rozwija się także transport lotniczy. Port lotniczy im. Władysława Reymonta (dawniej Port lotniczy Łódź-Lublinek) jest regionalnym portem lotniczym, zlokalizowanym 6 km od centrum Łodzi. Działa nieprzerwanie od września 1925 roku. Lotnisko posiada dwa terminale: Terminal I – będący terminalem krajowym, zmodernizowanym w 1997, na którego terenie znajdują się m.in. wypożyczalnia samochodów, lotnicze firmy usługowe, pomieszczenia wypoczynkowe dla pilotów, Lotniskowe Biuro Meteorologiczne, Straż Graniczna i Policja oraz Terminal II – międzynarodowy, wybudowany w 2005 r., przeznaczony do obsługi tanich linii lotniczych. Obecnie obsługiwane są regularne połączenia do: Londynu-Stansted, Warszawy, Nottingham-East Midlands, Dublina, Shannon, Rzymu-Ciampino i Paryża-Beauvais. Planowane jest uruchomienie połączeń do: Frankfurtu nad Menem-Hahn, Tel Awiwu-Jaffy, Monachium, Barcelony, Belfastu, Moskwy, Kijowa, Lwowa, Odessy, Glasgow i Stuttgartu. Czwartego grudnia 2006 roku w porcie lotniczym Łódź im. Władysława Reymonta odprawiono 200 000 pasażera. Do końca roku 2006 planowany jest ruch w wysokości ponad 220 000 pasażerów²¹. Ponadto istnieje możliwość zaadaptowania lotniska wojskowego w Łasku do obsługi ruchu towarowego (cargo)²².

W planach do 2015 roku zakłada się rozbudowę i modernizację transeuropejskich korytarzy transportowych. Główne działania inwestycyjne koncentrować się będą na liniach kolejowych i drogach kołowych przebiegających przez obszar województwa łódzkiego:

- linie kolejowe Berlin - Poznań - Kutno - Warszawa - Mińsk - Moskwa oraz Gdynia/Gdańsk - Łódź/Warszawa - Katowice - Żylica – doprowadzenie do szybkości 160 km/h dla ruchu pasażerskiego (docelowo 250 km/h) i 120 km/h dla ruchu towarowego;
- dokończenie budowy autostrad A1 i A2 oraz budowa dróg ekspresowych S8 i S14

¹⁸ GDDKiA, 2005. Raport o stanie technicznym nawierzchni sieci dróg krajowych na koniec 2004 r.

¹⁹ Ministerstwo Transportu. Inwestycje transportowe w Programie Operacyjnym „Infrastruktura i Środowisko” 2007-2013; <http://www.mt.gov.pl/article/komunikaty/article.php>.

²⁰ <http://www.plk-sa.pl/wydarzenia/aktualnosci>.

²¹ <http://www.airport.lodz.pl>.

²² <http://www.lodzkie.pl/lodzkie/gospodarka/transport>.

(zachodnia obwodnica Łodzi)

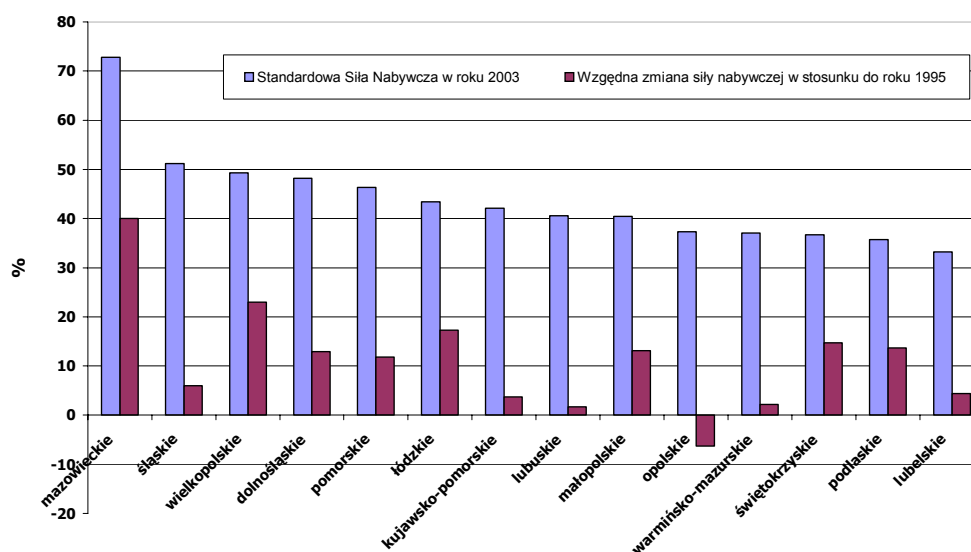
Projekty te są priorytetowe z punktu widzenia dalszego rozwoju województwa łódzkiego, albowiem spowodują one powstanie w okolicach Łodzi Centralnego Węzła Komunikacyjnego²³.

Dla rozwoju gospodarczego województwa łódzkiego duże znaczenie mają także plany budowy dużego lotniska międzynarodowego położonego pomiędzy Łodzią i Warszawą. Jako jedną z lokalizacji rozpatruje się okolice Rawy Mazowieckiej.

2. Gospodarka regionu

2.1. Podstawowe wskaźniki makroekonomiczne

Produkt Regionalny Brutto *per capita* dla województwa łódzkiego w roku 2004 wynosił 22274 zł, co stanowi 92,1% Produktu Krajowego Brutto *per capita* (24181 zł) i plasuje województwo na 6 miejscu w kraju²⁴. Po przeliczeniu na Standardową Siłę Nabywczą (*Purchasing Power Standards*), uwzględniającą różnice cen i kursy walut, Produkt Regionalny Brutto *per capita* w województwie łódzkim osiągnął w roku 2003 43.4% średniego poziomu w Unii Europejskiej - 25 (Rys. 1).



Rysunek 1. Standardowa Siła Nabywczą polskich województw w roku 2003 w stosunku do średniej dla Unii Europejskiej i względna jej zmiana w stosunku do roku 1995 (opracowanie własne na podstawie *Statistical yearbook 2006, Eurostat* (dane dostępne tylko do roku 2003). <http://evp.eurostat.ec.europa.eu>)

W okresie uwzględnionym w *Statistical yearbook 2006*, czyli od roku 1995 do roku 2003 Standardowa Siła Nabywczą dla województwa łódzkiego zwiększyła się o 17,3% w stosunku do średniej UE, co plasowało je na trzecim miejscu pod względem dynamiki rozwoju w kraju, po

województwie warszawskim (przyrost o 40%) i wielkopolskim (przyrost o 23,0%)²⁵.

Wartość dodana brutto (WDB) dla regionu łódzkiego wynosiła w roku 2004 51311,7 mln zł, co stanowiło 6,25% krajowej WDB i plasowało województwo na 6 pozycji w kraju. W okresie 2000 – 2004 średnioroczny przyrost WDB w województwie wyniósł 5,01%, i był nieznacznie wyższy od średniej krajowej (4,95%). Wyższy przyrost WDB wykazywały województwa opolskie (7,04%), wielkopolskie (6,48%), śląskie (5,91%), lubuskie (5,70%), warmińsko-mazurskie (5,67%) i małopolskie (5,18%) (Tab. 5).

Tabela 5. Wartość dodana brutto ogółem w latach 2002 do 2004 w poszczególnych województwach. Kolejność województw według danych z roku 2004.

L.p.	Województwo	Wartość dodana brutto ogółem (mln zł)			
		2002	2003	2004	Wzrost 2002/2004
	POLSKA	714353,0	743321,0	820375,0	4,95%
1	mazowieckie	147528,7	154778,6	167309,6	4,47%
2	śląskie	96568,9	100145,0	113687,2	5,91%
3	wielkopolskie	65039,2	68503,6	77676,0	6,48%
4	dolnośląskie	56139,6	57868,6	63380,1	4,30%
5	małopolskie	51761,1	54278,7	59808,4	5,18%
6	łódzkie	44607,2	46727,7	51311,7	5,01%
7	pomorskie	40649,4	41886,0	46003,6	4,39%
8	kujawsko-pomorskie	35278,0	36090,0	39743,2	4,22%
9	zachodniopomorskie	31168,4	31324,8	33892,9	2,91%
10	lubelskie	28891,8	30137,9	32617,6	4,30%
11	podkarpackie	27557,4	28884,4	31468,7	4,73%
12	warmińsko-mazurskie	20370,3	21900,6	23833,2	5,67%
13	świętokrzyskie	18698,5	19660,6	21454,6	4,91%
14	opolskie	16068,4	16353,7	19461,2	7,04%
15	lubuskie	16573,4	16968,3	19405,7	5,70%
16	podlaskie	17453,3	17812,7	19318,2	3,56%

Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/>

Znacznie niższa jest pozycja województwa łódzkiego pod względem wydajności pracy. Wartość dodana brutto na jednego zatrudnionego wynosiła w roku 2004 56135 zł, co stanowiło 88,3% średniej krajowej i plasowało region na 11 pozycji. Pod względem tempa wzrostu wydajności pracy (5,24%), województwo łódzkie plasowało się na 7 miejscu, po województwach opolskim (7,98%), śląskim (7,01%), lubuskim (6,22%), wielkopolskim (5,88%) warmińsko-mazurskim (5,81%) i świętokrzyskim (5,32%) (Tab. 6).

²³ Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013. <http://www.lodzkie.pl/lodzkie/fundusze/programowanie/rop/index.html>.

²⁴ Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2006, <http://www.stat.gov.pl>.

²⁵ Statistical yearbook 2006, Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.

Tabela 6. Wartość dodana brutto na 1 pracującego w latach 2002 do 2004 w poszczególnych województwach. Kolejność województw według danych za rok 2004.

L.p.	Województwo	Wartość dodana brutto na 1 pracującego (zł)			
		2002	2003	2004	Przyrost 2002/2004
	POLSKA	54861	57378	63561	5,29%
1	mazowieckie	70433	73909	79951	4,50%
2	śląskie	59901	62931	72497	7,01%
3	dolnośląskie	60769	63084	69451	4,76%
4	zachodniopomorskie	60442	62319	68035	4,19%
5	pomorskie	59098	61389	67755	4,88%
6	lubuskie	55956	58365	66395	6,22%
7	opolskie	52197	53988	64686	7,98%
8	wielkopolskie	53347	55860	62751	5,88%
9	kujawsko-pomorskie	52715	54351	60495	4,92%
10	warmińsko-mazurskie	51405	55536	60359	5,81%
11	łódzkie	48511	51147	56135	5,24%
12	małopolskie	47277	49454	54491	5,09%
13	podlaskie	44305	45318	49750	4,10%
14	świętokrzyskie	41554	43844	48182	5,32%
15	podkarpackie	39373	41392	45309	5,03%
16	lubelskie	39033	40822	44456	4,63%

źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/>

2.2. Infrastruktura teleinformatyczna

Podstawowa infrastruktura teleinformatyczna regionu łódzkiego jest stosunkowo dobrze rozwinięta. Na jego terenie działają 4 szerokopasmowe sieci szkieletowe: PIONIER, NASK, EXATEL (dawniej Telbank i TEL-ENERGO) i POLPAK-T.

Sieć PIONIER jest ogólnopolską optyczną siecią Internet dla nauki. Wybudowana w całości ze środków KBN, w chwili obecnej łączy 21 Miejskich Sieci Akademickich za pomocą własnych łączy światłowodowych. Jej operatorem jest Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe. PIONIER jest pierwszą w Europie siecią akademicką wykorzystującą własne światłowody z technologią DWDM i transmisją 10GE²⁶.

Sieć NASK (Naukowa i Akademicka Sieć Komputerowa) posiada 38 węzłów połączonych łączy światłowodowymi, rozlokowanych w różnych miastach Polski. Jej połączenie z sieciami globalnymi zapewniają dwa łącza międzynarodowe o sumarycznej przepustowości 310 Mb/s²⁷

Sieć teletransmisyjna EXATEL powstała w wyniku połączenia infrastruktury telekomunikacyjnej sieci Tel-ENERGO i Telbank. Jest ona drugą co do wielkości platformą telekomunikacyjną w Polsce, mającą przepustowość szkieletową do 320 Gb/s. Swym zasięgiem obejmuje ponad 400 miast i miejscowości i wszystkie obszary biznesowe. EXATEL jest

²⁶ <http://www.pionier.gov.pl>.

członkiem stowarzyszenia „4cE - For connecting Europe”, w skład którego wchodzi: Vattenfall Europe Netcom, CEZnet, SEAS Energy Service, EVN, Well.Com oraz od niedawna Baltic Optical Network (BON) - stowarzyszenie operatorów z Estonii, Łotwy i Litwy. Inicjatywa ta służy integracji operatorów z sąsiadującymi ze sobą krajami europejskimi w zakresie sprzedaży łączy dzierżawionych w relacjach międzynarodowych. Operatorem sieci jest spółka Exatel²⁸.

Sieć szybkiej transmisji danych POLPAK-T (POLish PAcKet-Transit), zbudowana przez Telekomunikację Polską S.A., jest największą siecią teleinformatyczną w Polsce. Jest ona wykorzystywana głównie do biznesowego dostępu do Internetu. POLPAK-T posiada własne łączy satelitarne do Teleglobe o przepływności 2 Mbit/s a także wykorzystuje kilkudziesięciogigabitowe połączenia z siecią TeliaSonera oraz OpenTransit (France Telecom). Na bazie szkieletu POLPAK-T realizowane są obecnie usługi Neostrada i Internet DSL²⁹.

Ponadto na terenie Łodzi działa Miejska Sieć Komputerowa LODMAN zbudowana z dotacji Komitetu Badań Naukowych i Funduszu PHARE. Z upoważnienia KBN zarządcą sieci jest Centrum Komputerowe Politechniki Łódzkiej. MSK LODMAN działa przede wszystkim na rzecz łódzkiego środowiska akademickiego i naukowego. Jest dysponentem traktów światłowodowych na terenie miasta Łodzi oraz infrastruktury technicznej, na którą składa się: 19 węzłów, urządzenia przełączające w technologii ATM i Ethernet gwarantujące szybkości transmisji w zakresie od 155 Mb/s do 1 Gb/s, urządzenia sterowania „ruchem internetowym” (routery), serwery baz danych i usług internetowych, urządzenia zabezpieczenia zasilania, nadzoru i alarmowania i wyposażenie Centrum Zarządzania siecią. W chwili obecnej, MSK LODMAN obsługuje ponad 200 klientów, w tym: wszystkie publiczne szkoły wyższe działające na terenie miasta, instytucje związane z edukacją, wybrane szkoły niepubliczne, instytucje administracji rządowej i samorządowej, instytucje użyteczności publicznej, dostawców Internetu, operatorów telewizji kablowej i firmy³⁰.

2.3. Produkcja przemysłowa

Produkcja sprzedana przemysłu w roku 2005 w regionie wyniosła 37002,4 mln zł³¹. Według danych Urzędu Wojewódzkiego³² największy w niej udział miała produkcja materiałów włóknistych i papieru (20,80%), produkcja artykułów spożywczych i napojów (19,7%), włókiennictwo (9,70%), produkcja wyrobów z surowców niemetalicznych (9,0%), produkcja

²⁷ <http://nask.pl>.

²⁸ <http://www.exatel.pl>.

²⁹ <http://www.tp.pl>.

³⁰ <http://www.lodman.pl>.

³¹ Rocznik Statystyczny Województwa Łódzkiego 2006.

³² <http://www.biznes.lodzkie.pl/wortal-gospodarczy/pl/mainMenu/przemysl>.

wyrobów chemicznych (4,9%), produkcja maszyn i aparatury elektrycznej (4%) oraz produkcja odzieży (2,9%). Wiodącą pozycję w produkcji regionu, pomimo znacznych zmian w okresie ostatnich kilkunastu lat, zajmuje przemysł tekstylny i odzieżowy. Jest on branżą dominującą w 14 z 24 powiatów województwa, czego rezultatem jest znaczny udział łódzkiego w krajowej produkcji artykułów tej branży. Istotną rolę odgrywa także przemysł rolno-spożywczy, przemysł farmaceutyczny oraz hurtowy handel produktami farmaceutycznymi. Do wiodących przedsiębiorstw w tej branży należą m. in.: Polfa Pabianice, Polfa Kutno, Polfa Łódź i Terpol Sieradz, oraz producenci leków ziołowych: Herbapol Łódź i Agropharm Tuszyn. W roku 2006 otwarto także w Strykowie nową fabrykę słoweńskiego koncernu Lek Pharmaceutical Chemical Company. Prężnie rozwija się też przemysł materiałów budowlanych. Czołowym wytwórcą w tej branży jest grupa Atlas, będąca potentatem na rynku krajowym oraz trzecim w Europie producentem chemii budowlanej. W powiatach opoczyńskim i tomaszowskim powstaje zagłębie wydobywania i przetwórstwa materiałów budowlanych.

Łódzkie jest także krajowym potentatem w produkcji płytek ceramicznych. Zakłady Ceramika Opoczno, Ceramika Paradyż oraz Ceramika Tubądzin wytwarzają łącznie blisko 70% krajowej produkcji.

Ważną rolę dla gospodarki regionu i kraju odgrywa Piotrkowsko-Belchatowski Okręg Przemysłowy. Znajdują się tu m.in. Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów oraz Elektrownia Bełchatów, która dostarcza rocznie ponad 20% produkowanej w kraju energii elektrycznej.

W Łódzkiem ma również miejsce koncentracja przedsiębiorstw z branży AGD. Swoje zakłady prowadzą tu Bosch Siemens Hausgeräte, który produkuje w Łodzi pralki automatyczne oraz zmywarki do naczyń, a także Indesit Company, wytwarzający w swoich zakładach kuchenki oraz lodówki. Taka koncentracja korzystna jest głównie ze względu na obecność wyspecjalizowanej kadry oraz dostępność wyspecjalizowanych podwykonawców.

Poważnym sukcesem regionu jest inwestycja Dell Corporation w nową montownię komputerów w Olechowie pod Łodzią. Całkowita wartość tej inwestycji wynosi 200 mln EUR. Szacuje się, że dodatkowe 60 mln EUR zainwestują w regionie podwykonawcy.

Województwo łódzkie zajmuje jedną z czołowych pozycji w wytwarzaniu wielu produktów, w tym: wyrobów pończoszniczych - 65% produkcji krajowej, węgla brunatnego - 58,4%, szkła zabytkowego i ogrodniczego - 51,3%, papy - 45,4%, tkanin bawełnianych - 40,7%, tkanin ręcznikowych i welwetu - 38,4%, koców i pledów - 32,1%. Znaczący jest także udział w produkcji tkanin wełnianych i syntetycznych, bielizny osobistej, okryć i ubiorów z tkanin, a

także energii elektrycznej - 20,4%. Poważną rolę odgrywa też produkcja przetworów mlecznych, mięsnych oraz przetwórstwo owocowo – warzywne³³.

2.4. Budownictwo

Wartość produkcji sprzedanej budownictwa w roku 2005 wynosiła 16134,4 mln zł (43,6% wartości sprzedanej przemysłu), z czego 1764,6 mln zł wartości sprzedanej zostało wypracowane przez przedsiębiorstwa zlokalizowane poza terenem województwa³⁴. 78% wartości sprzedanej pochodziło z nowych inwestycji a 22% z prac remontowych. W całości usług budowlanych, 12,3% stanowiła wartość budynków mieszkaniowych, 32,8% wartość budynków niemieszkalnych a 54,9% budowa obiektów inżynierii lądowej i wodnej. W stosunku do roku 2000 wartość produkcji sprzedanej budownictwa zmniejszyła się o 10,7%. Zdecydowana większość produkcji (95,8%) była realizowana przez sektor prywatny. W stosunku do wartości produkcji sprzedanej budownictwa w kraju (72687,9 mln zł), udział budownictwa regionu łódzkiego był mały i wynosił 4,6%.

2.5. Sektor usług w województwie łódzkim

Udział usług w wytwarzaniu wartości dodanej brutto w województwie łódzkim był stosunkowo mały i wynosił w roku 2004 61,8% (średnia krajowa 64,8%), co plasowało region na dalekim, 11 miejscu w kraju (Tab. 7). Mały udział usług potwierdza także struktura podmiotów gospodarczych w regionie. Liczba przedsiębiorstw z obszaru przemysłu wraz z budownictwem przemysłowych zarejestrowanych w systemie REGON³⁵ była o 12% większa niż średnia krajowa dla województw podczas gdy udział podmiotów funkcjonujących w sektorze usług rynkowych był niższy od średniej dla Polski o ok. 4%, natomiast usług nierynkowych – o prawie 6%.

W regionie rozwinięte są usługi tradycyjne, takie jak ochrona zdrowia, produkcja i dystrybucja farmaceutyków, produkcja materiałów, instrumentów i urządzeń niezbędnych w medycynie, usługi transportowe, budowlano-remontowe, drobne rzemiosło, gastronomia, hotelarstwo i turystyka, organizacja imprez targowo-wystawienniczych (Międzynarodowych Targów Łódzkich), usługi w zakresie projektowania strojów i krawiectwa, pokazy mody etc.

Poza tradycyjnymi, rozwijają się także usługi nowoczesne. Sprzyja temu lokalizacja regionu na skrzyżowaniu europejskich korytarzy komunikacyjnych i stosunkowo dobra infrastruktura teleinformatyczna. Do tej pory w Łodzi tego typu działalność (elektroniczne centra księgowości,

³³ <http://www.biznes.lodzkie.pl/wortal-gospodarczy/pl/mainMenu/przemysl>.

³⁴ Rocznik Statystyczny Województwa Łódzkiego 2006.

finansów, *outsourcingu* itp.), umiejscowiły takie podmioty, jak: Accenture, Philips, Hewlett-Packard czy General Electric. W roku 2006 ogłosił zamiar utworzenia w Łodzi centrum księgowo-finansowego koncern Shell. Łódź jest ponadto ważnym centrum bankowości internetowej (mBank, Multibank, Pekao S.A. i inne), czy telefonicznych centrów obsługi klienta dla działających w kraju operatorów telefonii komórkowej i stacjonarnej.³⁶

Tabela 7. Udział usług w wytwarzaniu wartości dodanej brutto w latach 2002 - 2004.

L.p.	Województwo	Udział usług w WDB (%)		
		2002	2003	2004
	POLSKA	67,2	66,9	64,8
1	mazowieckie	73,6	74,2	73,7
2	zachodniopomorskie	72,3	72,3	70,5
3	małopolskie	69,4	68,9	67,4
4	lubelskie	70,0	68,6	67,0
5	podlaskie	67,4	67,0	64,6
6	podkarpackie	65,8	64,8	63,1
7	dolnośląskie	65,7	65,1	62,8
8	lubuskie	67,2	67,1	62,2
9	kujawsko-pomorskie	64,5	64,7	62,2
10	świętokrzyskie	64,0	63,5	62,1
11	łódzkie	64,6	63,6	61,8
12	wielkopolskie	61,6	60,4	58,9
13	śląskie	62,0	61,5	57,3
14	opolskie	62,5	63,3	57,0
15	pomorskie	68,2	67,9	67,2
16	warmińsko-mazurskie	66,2	65,2	63,4

Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>

Nowym typem usług w regionie jest turystyka medyczna, która pozwala na lepsze wykorzystanie istniejących w Łodzi placówek medycznych jak również tworzenie nowych miejsc pracy. Wzrost efektywności wykorzystania istniejących w województwie zasobów systemu ochrony zdrowia jest jednym z celów długoterminowych Wojewódzkiego Planu Zdrowotnego. Zakłady Opieki Zdrowotnej sprawujące opiekę szpitalną (w regionie według Wojewódzkiego Planu Zdrowotnego na rok 2005 jest ich 54) na terenie regionu posiadają wykwalifikowaną kadrę medyczną, która profesjonalnie i taniej niż w Europie Zachodniej zrealizuje właściwą usługę medyczną. Obecnie istnieją, lub powstają, liczne podmioty usługowe zapewniające profesjonalną obsługę pacjenta/turysty zagranicznego w Polsce (obsługa turystyczna i logistyczna, zapewnianie kontraktów z lekarzami i lecznicami, koordynacja

³⁵ <http://www.stat.gov.pl/bip/rejestry/regon/index.htm>.

³⁶ http://www.biznes.lodzkie.pl/wortal-gospodarczy/pl/mainMenu/handel_i_uslugi.

zabiegów etc.)³⁷.

W regionie łódzkim intensywnie rozwijają się także usługi z zakresu logistyki. Centra magazynowo-logistyczne, które są formą wysoko zorganizowanego magazynowania i handlu hurtowego, są lokalizowane głównie w okolicach Strykowa oraz Piotrkowa Trybunalskiego, w pobliżu planowanych autostrad A1 i A2 oraz trasy szybkiego ruchu S 8³⁸.

Województwo łódzkie staje się ponadto krajowym centrum handlu hurtowego lekami. Największą firmą handlu hurtowego lekami w Polsce jest zlokalizowana w Łodzi Polska Grupa Farmaceutyczna (ponad 30% udział w krajowej dystrybucji leków), która jest zarazem największym przedsiębiorstwem w województwie łódzkim pod względem wartości sprzedaży. Innymi czołowymi przedsiębiorstwami działającymi na rynku hurtowym leków są np.: „Hurta” Łęczyca, PGF Łódź, „Cefarm” PZF Łódź³⁹.

2.6. Podmioty gospodarcze województwa łódzkiego

W roku 2005 na terenie województwa łódzkiego działało 249459 podmiotów gospodarczych, zarejestrowanych w systemie REGON⁴⁰ (według danych GUS 246770), co stanowiło blisko 14.5% wszystkich krajowych podmiotów gospodarczych i plasowało region na 6 miejscu wśród województw. Ponad 97% przedsiębiorstw należało do sektora prywatnego. W okresie poprzedzających 6 lat średni wzrost liczby przedsiębiorstw wynosił 3,32%, i był o blisko jedną piątą wyższy od średniego przyrostu liczby przedsiębiorstw w kraju (2,7%). Przeciętnie w województwie łódzkim na 1000 mieszkańców działalność prowadzi 97 zarejestrowanych podmiotów gospodarczych.

W strukturze branżowej przedsiębiorstw województwa w dalszym ciągu dominują produkcja odzieży oraz włókiennictwo. Stosunkowo duży udział w całkowitej liczbie przedsiębiorstw przemysłowych (ponad 8%) posiadają ponadto: produkcja artykułów spożywczych, przemysł meblarski oraz przemysł artykułów metalowych. Najbardziej rentowne były przedsiębiorstwa z branży spożywczej i budowlanej⁴¹.

Według danych GUS z 2005 r., w 2201 przedsiębiorstwach w regionie udziały posiadał kapitał zagraniczny. Najwięksi inwestorzy zagraniczni przedstawieni są w Tabeli 8.

W strukturze gospodarczej regionu dominują mikroprzedsiębiorstwa, zatrudniające do 9 pracowników. W roku 2005 było ich 94,0%. W pozostałych grupach podmiotów gospodarczych, tj. zatrudniających 10 i więcej osób, dominowały firmy do 50 zatrudnionych. Wyjątkiem jest miasto Łódź, w którym udział przedsiębiorstw zatrudniających do 249 pracowników wynosił 16,1% podmiotów a przedsiębiorstw zatrudniających ponad 250 osób - 3,2%⁴².

³⁷ http://www.euromedtour-szkolenie.pl/turystyka_medyczna.htm; <http://www.gcppl.org.pl/index/wyd/6904>.

³⁸ <http://www.biznes.lodzkie.pl/wortal-gospodarczy/pl>.

³⁹ *ibid.*

⁴⁰ <http://www.stat.gov.pl/bip/rejestry/regon/index.htm>.

⁴¹ GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/bdrap.dane>.

⁴² GUS, Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>.

Tabela 8. Inwestorzy zagraniczni, którzy zainwestowali ponad 1 milion USD w województwie łódzkim (dane z 2005 r.)

L.p.	Sektor	Firma
1	AGD	Indesit
2	AGD	Bosch – Siemens Hausgerate
3	AGD	Gillette Company
4	bankowość	LG Group
5	centrum IT	Teleca
6	chemiczny	British Oxygen Corporation
7	chemiczny	Nibco
8	elektroniczny	AEG Niederspannungstechnik
9	elektryczny, centrum finansowe	Philips
10	maszynowy	ABB
11	papierniczy	Steijn Design
12	produkty niemetaliczne	Saint-Gobain
13	produkty niemetaliczne	Icopal
14	produkty niemetaliczne	Veka
15	spożywczy	BSN Gervais Danone
16	tekstylny	Sud Wolle

Źródło: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2006, <http://www.stat.gov.pl>

W rankingu przedsiębiorstw „Lista 500” opublikowanym w 2006 roku przez dziennik „Rzeczpospolita”⁴³, znalazło się 15 przedsiębiorstw zlokalizowanych w regionie łódzkim. Należały do nich: BOT Górnictwo i Energetyka SA, Polska Grupa Farmaceutyczna SA, BOT Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów SA, Zakład Energetyczny Łódź-Teren SA, Indesit Company Polska sp. z o.o., Łódź, Rossmann Supermarkety Drogeryjne Polska sp. z o.o., Łódź, Łódzki Zakład Energetyczny S.A., Łódź, Zespół Elektrociepłowni w Łodzi S.A., Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Łowiczu, Opoczno S.A., Uniqa TU S.A., Łódź, Hurtap S.A., Łęczyca i Gallaher Polska sp. z o.o., Poddębice. Daje to regionowi 7-8 pozycję *ex aequo* z kujawsko-pomorskim, po województwach mazowieckim (222 przedsiębiorstwa na liście), śląskim (55 przedsiębiorstw), wielkopolskim (40 przedsiębiorstw), dolnośląskim (38 przedsiębiorstw), małopolskim (31 przedsiębiorstw) i podkarpackim (16 przedsiębiorstw).

2.7. Łódzka Specjalna Strefa Ekonomiczna

Ważnym elementem w rozwoju gospodarki regionu jest Łódzka Specjalna Strefa Ekonomiczna S.A. - jedna z 14 specjalnych stref ekonomicznych w Polsce⁴⁴. Została ona utworzona w 1997 roku w drodze rozporządzenia Rady Ministrów, na okres 20 lat (do 2017 r.)

⁴³ <http://www.rzeczpospolita.pl/tematy/lista500>.

⁴⁴ <http://www.sse.lodz.pl>.

Składa się z 16 podstref, usytuowanych w Łodzi, Ksawerowie, Zgierzu, Ozorkowie, Tomaszowie Mazowieckim, Kutnie, Rawie Mazowieckiej, Łęczycy, Radomsku, Sieradzu, Piotrkowie Trybunalskim, Kole i Sławnie.

Pod względem całkowitych nakładów inwestycyjnych, ŁSSE zajmowała (w 2005 r.) piąte miejsce w kraju (Tab. 9), po strefie Katowickiej, Wałbrzyskiej, Legnickiej i Mieleckiej.

Tabela 9. Nakłady inwestycyjne w Specjalnych Strefach Ekonomicznych w Polsce

L.p	Strefa	Nakłady inwestycyjne (mln zł)			Dynamika zmian (%)	
		2003	2004	2005	2004/2003	2005/2004
1	Katowicka	6 113,1	6 631,9	7 713,9	108,5%	116,3%
2	Wałbrzyska	1 434,0	3 263,3	4 596,5	227,6%	140,9%
4	Legnicka	2 011,6	2 346,5	2 780,5	116,6%	118,5%
3	Mielecka	2 093,8	2 240,5	2 363,2	107,0%	105,5%
5	Łódzka	740,5	1 191,7	2 061,8	160,9%	173,0%
7	Pomorska	666,4	1 126,5	1 428,8	169,0%	126,8%
8	Tarnobrzeska	499,0	708,3	1 070,5	141,9%	151,1%
6	Kostrzyńsko-Słubicka	622,8	784,3	1 039,3	125,9%	132,5%
9	Kamiennogórska	84,0	318,8	606,0	379,5%	190,1%
10	Warmińsko-Mazurska	102,7	120,0	597,2	116,8%	497,7%
11	Suwalska	355,5	399,9	478,1	112,5%	119,6%
12	Krakowska	311,0	395,4	463,1	127,1%	117,1%
13	Starachowicka	152,8	292,0	372,5	191,1%	127,6%
14	Słupska	81,7	108,1	135,6	132,3%	125,4%

źródło: Ministerstwo Gospodarki, <http://www.mgip.gov.pl/Przedsiębiorcy/Specialne+strefy+ekonomiczne/>

Wartość wszystkich inwestycji w Strefie do 2006 roku szacowana jest na sumę 3,3 mld zł. Dynamika wzrostu nakładów inwestycyjnych w poszczególnych strefach podlegała wahaniom. W okresie 2005/2004 pod względem dynamiki zajmowała trzecie miejsce, po strefach Warmińsko-Mazurskiej i Kamiennogórskiej, a w okresie 2004-2003 miejsce piąte, po strefach Kamiennogórskiej, Wałbrzyskiej, Starachowickiej i Pomorskiej (Tab. 9).

Pod względem liczby zatrudnionych ŁSSE zajmowała 9 miejsce w kraju (Tab. 10) Dynamika wzrostu zatrudnienia średnio w latach 2005/2004 była zbliżona do dynamiki wzrostu nakładów inwestycyjnych, natomiast w okresie 2004/2003 była o ponad 30% niższa (169,9% *versus* 126,2%, Tab. 10) co wskazuje, że w ŁSSE rozwijane są zawansowane technologicznie i kapitałochłonne a nie proste, pracochłonne inwestycje. ŁSSE jako jedyna w Polsce dostała prestiżowy medal europejski za obsługę inwestorów, pierwsza zdobyła też certyfikat ISO. W 2005 r. uruchomiła najwięcej w Polsce fabryk - produkcja ruszyła w 14 zakładach⁴⁵.

⁴⁵ <http://www.paiz.gov.pl>

Tabela 10. Miejsca pracy w Specjalnych Strefach Ekonomicznych w Polsce (kolejność wg miejsc pracy w 2004 r.)

L.p	Strefa	Miejsca pracy (etaty)			Dynamika zmian (%)	
		2003	2004	2005	2004/2003	2005/2004
1	Katowicka	15432	17374	21690	112,6	124,8
2	Wałbrzyska	7040	10786	18789	153,2	174,2
3	Mielecka	7953	9166	11003	115,3	120,0
4	Pomorska	4841	8291	10152	171,3	122,4
5	Tarnobrzeska	6755	7769	10306	115,0	132,7
6	Kostrzyńsko-Słubicka	1214	1753	7241	144,4	413,1
7	Warmińsko-Mazurska	1484	1604	5960	108,1	371,6
8	Legnicka	3928	4843	5385	123,3	111,2
9	Łódzka	2425	3061	5380	126,2	175,8
10	Starachowicka	1783	2290	4830	128,4	210,9
11	Krakowska	745	1479	3823	198,5	258,5
12	Suwalska	3053	3235	3739	106,0	115,6
13	Kamiennogórska	1414	1930	2329	136,5	120,7
14	Słupska	937	973	1541	103,8	158,4

źródło: Ministerstwo Gospodarki, <http://www.mgip.gov.pl/Przedsiębiorcy/Specjalne+strefy+ekonomiczne/>

2.8. Nakłady inwestycyjne

Tabela 11. Wartość nakładów inwestycyjnych ogółem na jednego mieszkańca

Miejsce	Wyszczególnienie	Nakłady inwestycyjne (zł/mieszkańca)			Dynamika przyrostu (%)
		2002	2003	2004	
	Polska	2 858	2 902	3 155	3,4
1	mazowieckie	5 365	5 009	5 309	-0,3
2	wielkopolskie	3 078	3 652	3 800	7,8
3	dolnośląskie	3 290	3 126	3 597	3,1
4	śląskie	2 765	2 842	3 050	3,4
5	pomorskie	2 803	2 647	3 042	2,8
6	zachodniopomorskie	2 296	2 377	2 903	8,8
7	małopolskie	2 546	2 844	2 821	3,6
8	łódzkie	2 277	2 368	2 803	7,7
9	lubuskie	2 456	2 567	2 728	3,7
10	podkarpackie	1 948	2 168	2 345	6,8
11	świętokrzyskie	2 197	1 985	2 325	1,9
12	podlaskie	1 813	2 053	2 320	9,3
13	kujawsko-pomorskie	2 314	2 143	2 254	-0,8
14	opolskie	1 872	2 010	2 212	6,0
15	warmińsko-mazurskie	1 896	2 001	2 165	4,7
16	lubelskie	1 579	1 643	1 848	5,7

źródło: GUS Bank Danych Regionalnych; <http://www.stat.gov.pl/bdr/>

Wartość nakładów inwestycyjnych w roku 2004 w województwie łódzkim, w przeliczeniu na jednego mieszkańca, wynosiła 2803 zł, co plasowało region na ósmej pozycji w kraju (Tab. 11). Natomiast dynamika wzrostu nakładów inwestycyjnych regionie (7,7%) była ponad dwukrotnie wyższa od średniej krajowej (3,4%) i plasowała region na czwartej pozycji, po województwach podlaskim, zachodniopomorskim i wielkopolskim⁴⁶.

2.9. Produkcja rolna

2.9.1. Struktura gospodarstw rolnych

Liczba gospodarstw rolnych i działek rolnych w województwie łódzkim w 2005 r. wynosiła 197945, co stanowiło 7,2% wszystkich gospodarstw i działek rolnych w kraju⁴⁷. Z tego tylko ok. 168000 gospodarstw prowadzi produkcję rolniczą a pozostałe są użytkowane do celów rekreacyjnych lub ugorowane (od 2004 obserwuje się powrót do uprawy ugorowanych powierzchni ze względu na dopłaty bezpośrednie). Z gospodarstw prowadzących produkcję rolniczą, 60% produkuje głównie na potrzeby rynku, 30% głównie na potrzeby własne a 10% wyłącznie na własne potrzeby⁴⁸.

Średnia wielkość gospodarstwa rolnego w województwie łódzkim w 2005 r. wynosiła 6,28 ha i wzrosła od 1996 r. o ok. 0,15 ha. Dla porównania, średnia wielkość gospodarstwa w Polsce wynosi 8,64 ha a w Unii Europejskiej prawie 18 ha. W strukturze obszarowej gospodarstw rolnych województwa łódzkiego dominują gospodarstwa małe i średnie o powierzchni do 5 ha (59,3%). Gospodarstwa o powierzchni od 5 do 10 ha stanowią 25,0%, od 10 do 20ha 12,9%, od 20 do 50 ha 2,9% a powyżej 50ha tylko 0,2%. Od 1996 r. zmalała liczba gospodarstw w grupach 5-7 ha, 7-10 ha, 10-15 ha i powyżej 100 ha. Zwiększyła się natomiast liczba gospodarstw w grupach 15-20, 20-50 i 50-100 ha. Najwięcej gospodarstw dużych zlokalizowanych jest w powiatach: łęczyckim, kutnowskim i łowickim⁴⁹.

2.9.2. Użytkowanie rolnicze gruntów

Użytki rolne zajmują 69,5% ogólnej powierzchni województwa (średnio w UE - 42,5%) i stanowią 6,8% użytków rolnych kraju. Najwyższy udział użytków rolnych w ogólnej powierzchni występuje w powiatach: kutnowskim, łęczyckim, poddębickim, rawskim, tomaszowskim i brzezińskim.⁵⁰

⁴⁶ GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/bdrap.dane>.

⁴⁷ *ibid.*

⁴⁸ Urząd Marszałkowski w Łodzi, <http://www.biznes.lodzkie.pl/wortal-gospodarczy/pl/mainMenu/rolnictwo>.

⁴⁹ *ibid.*

⁵⁰ GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>.

2.9.3. Produkcja roślinna

W 2005 r. powierzchnia gruntów rolnych w województwie łódzkim wynosiła 990559 ha i stanowiła ok. 7,1% powierzchni ornej w Polsce (Tab. 12). Z tego pod uprawę zbóż przeznaczono 25,9% (Polska - 14,5%), ziemniaków - 11,9% (Polska - 7,5%), warzyw gruntowych 2,8% (Polska - 1,6%), owoców 2,9% (Polska 1,4%) i buraków cukrowych - 1,4% (Polska - 2,8%) (Tab. 12).

Tabela 12. Produkcja rolna w województwie łódzkim i w Polsce

Wyszczególnienie	Powierzchnia uprawy lub zbiory	Województwo łódzkie		Polska	
		2000	2005	2000	2005
użytki rolne	powierzchnia (ha)	1252668	1242400	18413249	18208403
grunty rolne	powierzchnia (ha)	1011754	990559	14062786	13861249
łąki	powierzchnia (ha)	140507	152630	2608250	2632289
pastwiska	powierzchnia (ha)	74934	67308	1474673	1431249
sady	powierzchnia (ha)	25493	31903	267540	283616
Produkcja roślinna					
zboża	powierzchnia (ha)	638610	628120	8813629	8328904
	zbiory (t)	1307401	1706829	22340611	26927845
ziemniaki	powierzchnia (ha)	156326	60842	1250623	588184
	zbiory (t)	2955224	975195	24232376	10369252
buraki cukrowe	powierzchnia (ha)	13222	10946	333131	286179
	zbiory (t)	504908	394849	13134382	11730553
rzepak i rzepik	powierzchnia	4804	8627	436768	550200
	zbiory (t)	9321	19724	958145	1449755
warzywa gruntowe	powierzchnia (ha)	25237	22167	247677	222036
	zbiory (t)	566146	483603	5520281	4785339
owoce z drzew	powierzchnia (ha)	25493	27030	276861	254108
	zbiory (t)	184623	282294	1837081	2421591
owoce jagodowe	zbiory (t)	28263	58100	409381	499943
Produkcja zwierzęca					
bydło	sztuk	446011	427560	5723041	5384981
	produkcja żywca (t)	59295	67685	717853	660083
	produkcja mleka (tys. l)	1060380	1054506	11543057	11575513
trzoda chlewna	sztuk	1190330	1389092	16991494	18711294
	produkcja żywca (t)	221661	262234	2500769	2540036
drób	sztuk	3886010	10355054	53261131	110359098
	produkcja żywca (t)	59931	139643	834070	1452028
	produkcja jaj (tys. szt)	452712	566913	7621308	9640201

źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>

Podobnie jak w całym kraju, w województwie łódzkim w stosunku do roku 2000 zmniejszyły się arealy upraw i zbiory większości płodów. Największy spadek odnotowano w przypadku ziemniaków (powierzchnia uprawy mniejsza o 61,0%, zbiory mniejsze o 67,0%). Wzrost

produkcji wystąpił tylko w przypadku rzepaku (wzrost areału o 79,5% i produkcji o 116%) oraz owoców (wzrost powierzchni sadów o 25%, wzrost produkcji owoców z drzew o 52,9% i owoców jagodowych o 105,6%). W skali kraju województwo łódzkie jest znaczącym producentem warzyw gruntowych (10,1% produkcji krajowej) oraz owoców (11,6%). Średnie plony większości płodów były niższe niż w Polsce i dużo niższe niż w UE. Wyjątkiem były warzywa i owoce, gdzie plony w województwie łódzkim były wyższe niż średnia krajowa i tylko nieznacznie niższe niż w UE. Podkreślić należy wysoką towarowość produkcji ogrodniczej – wartość produkcji towarowej owoców i warzyw stanowiła 25,5% wartości ogólnej produkcji towarowej w regionie i zajmowała drugie miejsce po produkcji żywca rzeźnego (41,9%) i przed wartością towarowej produkcji mleka (16,8%), ziemniaków (6,4%), zbóż (3,2%) i jaj kurzych (3,0%)⁵¹. Biorąc pod uwagę wielkość produkcji, plony i wartość produkcji towarowej, można przyjąć że produkcja ogrodnicza jest specjalnością regionu, do czego przyczyniła się niewątpliwie działalność instytutów badawczo-rozwojowych zlokalizowanych w Skierniewicach.

2.9.4. Produkcja zwierzęca

Region łódzki jest także liczącym się, w skali kraju, producentem żywca i produktów zwierzęcych. W roku 2005 w województwie hodowano 427560 sztuk bydła, 1389092 sztuk trzody chlewnej i 10355054 sztuk drobiu (Tab. 12). W porównaniu z rokiem 2000 pogłowie bydła zmniejszyło się o 4,1%, natomiast pogłowie trzody chlewnej zwiększyło się o 16,7% a drobiu o 166,5%. Udział województwa łódzkiego w krajowej produkcji żywca wołowego (bydło i cielęta łącznie) w roku 2005 wynosił 10,2 %, żywca wieprzowego 10,3 %, mięsa drobiowego 9,6 %, mleka 9,1 % i jaj kurzych 5,9 %. Stanowi to dobrą bazę surowcową dla zakładów przetwórczych z regionu.

2.10. Rynek pracy

Województwo łódzkie jest piątym pod względem wielkości rynkiem pracy w kraju. W 2005 roku pracowało w nim 697,6 tys. osób, co stanowi 7,0% ogółu zatrudnionych w Polsce (Tab. 13). Najwięcej zatrudnionych pracuje w sektorze usług (43,2%, średnia krajowa 49,3%), oraz w przemyśle i budownictwie (29,3%, średnia krajowa 29,2%). Dla ponad 27% osób podstawowym źródłem dochodów jest praca w rolnictwie (średnia krajowa 21,5%). W stosunku do roku 2003

⁵¹ ibid.

zatrudnienie ogółem w regionie wzrosło 1,8%. Za pozytywne dla regionu zjawisko należy uznać fakt, iż wzrost zatrudnienia dotyczył przede wszystkim przemysłu (3,5%, średnia krajowa 2,1%) i sektora usług (1,7%, średnia krajowa 1,7%). Podobnie jak w reszcie kraju, w województwie łódzkim nie uległo zmianie zatrudnienie w rolnictwie⁵².

Tabela 13. Zatrudnienie w Polsce w roku 2005. Kolejność województw według zatrudnienia ogółem

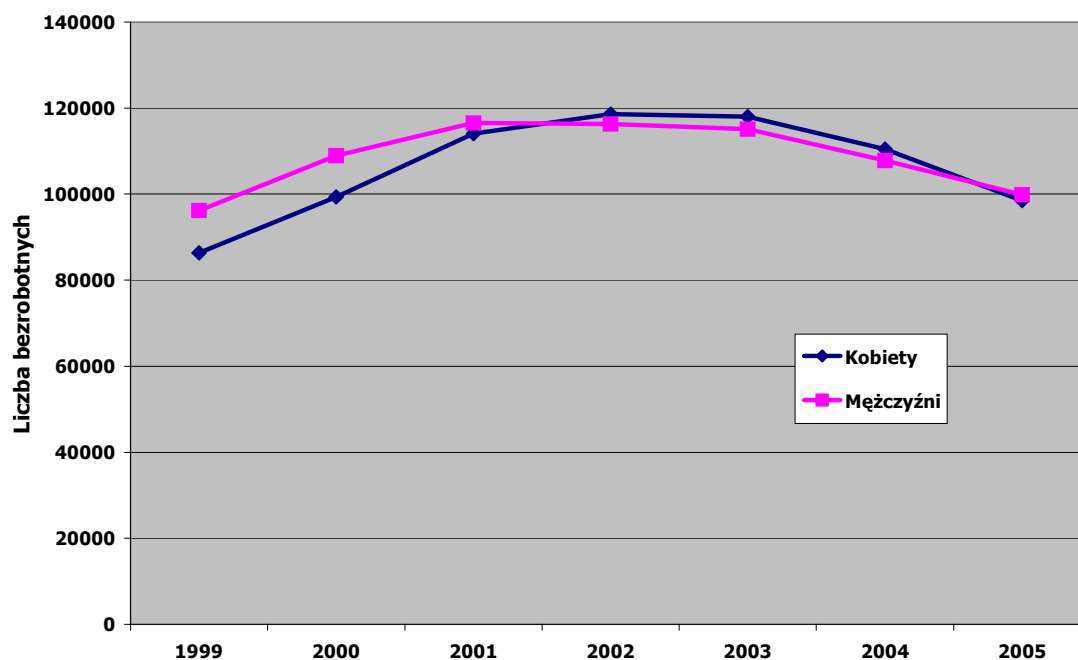
Miejsce	Województwo	Liczba zatrudnionych			
		ogółem	w usługach	w przemyśle	w rolnictwie
	Polska	9895876	4882941	2 887330	2125605
1	mazowieckie	1620608	957 743	342750	320115
2	śląskie	1166689	605 502	491056	70131
3	wielkopolskie	967918	426 055	333852	208011
4	małopolskie	797248	401613	210137	183570
5	łódzkie	697650	301553	204339	191758
6	dolnośląskie	673981	365440	229997	73170
7	lubelskie	619927	234197	107095	277754
8	podkarpackie	536209	224601	154035	157573
9	kujawsko-pomorskie	512904	238 253	156384	117189
10	pomorskie	503206	282753	160350	60103
11	świętokrzyskie	355112	133781	75405	143515
12	zachodniopomorskie	342981	196846	58398	42010
13	podlaskie	325390	129419	57553	138418
14	warmińsko-mazurskie	322148	157206	98869	66073
15	opolskie	231519	108325	72559	49878
16	lubuskie	222386	119654	76395	26337

źródło: GUS Bank Danych Regionalnych; <http://www.stat.gov.pl/bdr/>

Poważnym problemem jest utrzymujące się od kilkunastu lat bezrobocie, które osiągnęło najwyższy poziom w latach 2001-2003, kiedy to zarejestrowanych było ponad 230000 bezrobotnych (ponad 21% ludności aktywnej zawodowo). W roku 2005 stopa bezrobocia w regionie zmniejszyła się do 17,9% (198429 osób poszukujących zatrudnienia), i była nieznacznie mniejsza od średniej krajowej (18,0%) (Rys. 2). Według informacji z Urzędu Statystycznego w Łodzi, bezrobocie w regionie w listopadzie 2006 roku spadło do 14,7%.

W roku 2005 wśród bezrobotnych najliczniejszą grupę stanowiły osoby bez zawodu (18,5% ogółu), a w następnej kolejności sprzedawcy, szwaczki, robotnicy pomocniczy w przemyśle, pracownicy biurowi, asystenci ekonomiczni (ze średnim wykształceniem) i ślusarze. Spośród osób z wykształceniem wyższym znaczącą grupę bezrobotnych stanowią ekonomiści (0,8% ogółu) (Tab. 14).

⁵² GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/bdrap.dane>.



Rysunek 2. Bezrobocie w województwie łódzkim w okresie 1999-2005

Wśród bezrobotnych absolwentów (osoby, które nie uzyskały zatrudnienia w przeciągu roku od ukończenia szkoły) przeważają osoby z wykształceniem średnim i wyższym (Tab. 15).

Tabela 14. Bezrobotni w regionie łódzkim, zarejestrowani w roku 2005, według zawodów

Zawód	Bezrobotni	
	liczba	% ogółu
ogółem	198429	100
bez zawodu	36664	18,5
sprzedawca	13092	6,6
szwaczka	7727	3,9
robotnik pomocniczy w przemyśle	5013	2,5
pracownik biurowy	5297	2,2
asystent ekonomiczny	4292	2,2
ślusarz	4260	2,1
robotnicy budowlany	3509	1,8
murarz	3413	1,7
technik mechanik	3271	1,6
krawiec	3207	1,6
sprzątaczką	2278	1,2
kucharz	2120	1,1
ekonomista	1675	0,8
fryzjer	1179	0,6

Źródło: Monitoring zawodów deficytowych i nadwyżkowych. Raport za 2005 rok. Województwo łódzkie. Wojewódzki Urząd Pracy w Łodzi; <http://www.wup.lodz.pl>.

Największy udział w tej grupie mają specjaliści od spraw finansowych i handlowych z wykształceniem średnim (10,5% ogółu bezrobotnych absolwentów), a tuż za nimi plasują się absolwenci wydziałów ekonomicznych i zarządzania (łącznie 7,7%). Świadczy to o tym, że rynek pracy w regionie jest nasycony specjalistami z tych dziedzin. Z drugiej jednak strony, liczna grupa dobrze wykształconych ekonomistów stanowi podstawę do rozwoju nowych branż w regionie.

Tabela 15. Bezrobotni absolwenci w regionie łódzkim w roku 2005 w zależności od wyuczonego zawodu

Zawód wyuczony	Wykształcenie	% ogółu
pracownicy do spraw finansowych i handlowych	średnie	10,5
sprzedawcy i demonstratorzy	średnie	5,5
technicy mechanicy	średnie	5,0
specjaliści do spraw ekonomicznych i zarządzania	wyższe	3,9
ekonomiści	wyższe	3,8
agenci do spraw sprzedaży (handlowcy)	średnie	3,3
dietetycy i żywieniowcy	średnie	3,3
archeolodzy, socjolodzy i pokrewni	wyższe	3,2
technicy budownictwa, ochrony środowiska i pokrewni	średnie	2,8
mechanicy pojazdów samochodowych	zasadnicze zawodowe	2,8
piekarze, cukiernicy i pokrewni	zasadnicze zawodowe	2,4
technicy gdzie indziej niesklasyfikowani	średnie	2,4
kucharze	średnie	2,3
fryzjerzy, kosmetyczki i pokrewni	średnie	2,0
specjaliści administracji publicznej	wyższe	1,9
technicy rolnicy, leśnicy i pokrewni	średnie	1,8
technicy technologii żywności	średnie	1,8
technicy elektrycy	średnie	1,6
technicy elektronicy, telekomunikacji i pokrewni	średnie	1,6
nauczyciele gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych	wyższe	1,5

Źródło: Monitoring zawodów deficytowych i nadwyżkowych. Raport za 2005 rok. Województwo łódzkie. Wojewódzki Urząd Pracy w Łodzi; <http://www.wup.lodz.pl>.

Bezrobocie ogółem w jednakowym stopniu dotyczyło kobiet i mężczyzn, jednakże w przypadku absolwentów szkół licealnych i wyższych dwa razy więcej kobiet niż mężczyzn nie mogło dostać pracy podczas gdy w przypadku absolwentów zasadniczych szkół zawodowych proporcje te były odwrotne⁵³.

W 2006 (III kw.) r., przeciętne wynagrodzenie brutto w województwie łódzkim wynosiło 2176 zł, co stanowiło 87,3% średniej krajowej i plasowało region na 12 miejscu w kraju (Tab. 16). W stosunku do roku 2002 pozycja regionu łódzkiego pogorszyła się – wyprzedziły go województwa podlaskie i kujawsko-pomorskie

Tabela 16. Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto (kolejność wg wynagrodzeń w 2006 r.)

Miejsce	Województwo	Wynagrodzenie miesięczne brutto (zł)				
		2002	2003	2004	2005	2006 III kw.
	Polska	2239,56	2314,66	2409,69	2506,93	2619,56
1	mazowieckie	2893,83	3005,37	3095,96	3227,04	3304,87
2	śląskie	2298,44	2380,23	2488,62	2587,07	2800,13
3	pomorskie	2175,63	2257,16	2374,71	2511,25	2678,32
4	dolnośląskie	2163,57	2233,58	2356,89	2477,56	2600,12
5	małopolskie	2060,99	2109,69	2216,21	2303,42	2397,08
6	wielkopolskie	2047,58	2129,03	2204,31	2263,60	2365,35
7	opolskie	2029,99	2087,30	2183,74	2249,89	2339,20
8	zachodniopomorskie	2068,44	2134,74	2221,63	2307,99	2333,42
9	kujawsko-pomorskie	1953,39	2000,96	2087,30	2153,46	2239,85
10	świętokrzyskie	1977,75	2024,41	2117,74	2173,15	2229,27
11	podlaskie	1958,00	2035,43	2107,50	2192,77	2220,36
12	łódzkie	1966,22	2024,32	2123,36	2188,15	2195,79
13	lubelskie	1941,01	1995,50	2096,15	2180,18	2192,25
14	lubuskie	1936,54	1990,13	2067,56	2144,35	2162,81
15	warmińsko-mazurskie	1947,99	2003,28	2050,21	2103,99	2127,13
16	podkarpackie	1875,41	1950,01	2018,59	2081,76	2092,24

Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych; <http://www.stat.gov.pl/bdr/bdrap.dane>

2.11. Sektor B+R w województwie łódzkim

2.11.1. Jednostki sektora B+R

Według danych GUS⁵⁴, w 2005 r. w województwie łódzkim działalność badawczo-rozwojową prowadziło ogółem 79 jednostek, w tym 52 działów B+R w przedsiębiorstwach, 19 jednostek badawczo-rozwojowych (JBR), oraz 7 szkół wyższych. Województwo łódzkie zajmuje 5 pozycję wśród województw pod względem liczby jednostek sektora B+R (7,8% ogółu jednostek). Wszystkie uczelnie prowadzące działalność naukowo-badawczą i większość instytutów naukowo-badawczych i badawczo-rozwojowych zlokalizowana jest w Łodzi. Poza nią istnieje duże centrum badań ogrodniczych w Skierniewicach, gdzie zlokalizowane są dwa instytuty resortowe (JBR) oraz stacja doświadczalna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego z Warszawy.

2.11.2. Nakłady na działalność badawczo-rozwojową

Pod względem nakładów na działalność badawczo-rozwojową region łódzki zajmował 6

⁵³ Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2006, <http://www.stat.gov.pl>.

⁵⁴ GUS, Bank Danych Regionalnych; <http://www.stat.gov.pl/bdr>.

pozycję wśród województw (Tab. 17).

Tabela 17. Nakłady ogółem na działalność badawczo-rozwojową (kolejność województw wg nakładów w 2005 r.)

Miejsce	Województwo	Nakłady na B + R (mln zł)						Wzrost 2000/2005 (%)
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	
	Polska	4796,1	4858,1	4582,7	4558,3	5155,4	5574,6	16,23
1	mazowieckie	2163,8	2141,4	1994,3	1997,4	2261,7	2322,8	7,35
2	małopolskie	437,4	460,9	496,5	520,0	645,5	731,9	67,33
3	śląskie	389,6	405,2	342,5	374,9	402,8	438,5	12,55
4	wielkopolskie	337,3	345,2	324,7	358,2	372,6	435,5	29,11
5	dolnośląskie	313,0	341,6	276,5	258,2	289,8	346,5	10,70
6	łódzkie	290,9	299,4	298,6	274,4	299,9	320,5	10,17
7	pomorskie	204,9	203,6	227,2	198,4	247,6	288,7	40,90
8	lubelskie	147,9	147,5	138,5	136,7	168,0	182,9	23,66
9	kujawsko – pomorskie	124,4	129,6	110,4	101,0	120,5	114,7	-7,80
10	podkarpackie	122,9	101,6	119,0	115,4	104,0	111,6	-9,19
11	zachodniopomorskie	69,3	64,0	90,6	57,7	64,2	70,0	1,01
12	warmińsko – mazurskie	56,9	52,1	56,4	53,1	56,3	66,2	16,3
13	podlaskie	36,3	89,1	38,0	39,1	51,5	61,4	69,14
14	lubuskie	38,0	17,9	25,2	32,7	23,2	35,8	-5,80
15	opolskie	42,3	39,2	30,2	28,3	29,4	28,0	-33,81
16	świętokrzyskie	21,2	19,8	14,1	12,7	18,4	19,5	-8,02

Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr/bdrap.dane>

Podobnie jak w całym kraju, w latach 2002 - 2003 nakłady na B+R zmniejszały się, lecz od 2004 roku nastąpił ponowny wzrost i w roku 2005 były one w regionie o ponad 10% wyższe niż w roku 2000. Wzrost nakładów w regionie był jednak niższy niż średni wzrost w kraju, który w omawianym okresie wyniósł 16,23%. Pod względem dynamiki wzrostu nakładów na B+R region zajął 9 miejsce. Znacznie wyższy wzrost odnotowały województwa: podlaskie (wzrost o 69,4%), małopolskie (67,33%), pomorskie (40,9%), wielkopolskie (29,11%) i lubelskie (23,66%) a porównywalny województwa warmińsko-mazurskie (16,3%) śląskie (12,55%) i dolnośląskie (10,70%). W 5 województwach w omawianym okresie nastąpił spadek nakładów na B+R (Tab. 17).

W roku 2005 w województwie łódzkim zatrudnionych w placówkach naukowo-badawczych było 7763 osoby (z tego 5963 pracowników naukowo-badawczych), co plasowało region na 6 pozycji w kraju. Wraz ze spadkiem nakładów na prace badawczo-rozwojowe w latach 2002-2003 w województwie łódzkim malało także zatrudnienie w placówkach naukowo badawczych. W latach 2004 i 2005 odnotowano co prawda niewielki wzrost w stosunku do roku 2003, lecz

sumarycznie zatrudnienie w roku 2005 było niższe o ponad 12% niż w roku 2000 (Tab. 18). Podobny trend występował w skali kraju, aczkolwiek w przypadku poszczególnych województw obserwowano zarówno spadek jak i wzrost zatrudnienia.

Tabela 18. Zatrudnienie ogółem w działalności badawczo-rozwojowej. Kolejność województw wg zatrudnienia w 2005 r.

Miejsce	Województwo	Liczba zatrudnionych					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Polska	125614	123840	122987	126241	127356	123431
1	mazowieckie	35259	33922	33486	34221	34702	33744
2	małopolskie	15585	14569	17232	16910	17007	15543
3	śląskie	11638	11696	11847	12031	12136	11730
4	wielkopolskie	10766	11760	11237	12869	12692	11551
5	dolnośląskie	9506	9355	9057	9482	9620	9141
6	łódzkie	8828	8210	7801	7683	7684	7682
7	lubelskie	6864	6942	6565	6600	6896	7073
8	pomorskie	6882	6425	5962	6566	6646	6583
9	kujawsko – pomorskie	4866	4975	4822	4552	4718	4729
10	zachodniopomorskie	3718	3727	3440	3311	3536	3561
11	podkarpackie	3045	3496	2944	3291	2975	3129
12	podlaskie	2354	2400	2251	2307	2408	2386
13	warmińsko – mazurskie	2020	2053	2256	2285	2277	2297
14	opolskie	1694	1650	1553	1538	1545	1516
15	lubuskie	1189	1280	1255	1320	1124	1349
16	świętokrzyskie	1400	1380	1279	1275	1326	1336

GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>

Spośród ogółu pracowników zaangażowanych w badania naukowe i badawczo-wdrożeniowe, 69,1% zatrudnionych jest w szkołach wyższych, 22,0% w jednostkach naukowych i badawczo-rozwojowych a tylko niecałe 9% w jednostkach rozwojowych. Kadrowa przewaga uczelni jest szczególnie widoczna w przypadku profesorów (89,3% ogółu profesorów zatrudnionych w regionie), doktorów habilitowanych (93,2%) i doktorów (88,3%) (Tab. 19).

Wskaźnikiem oddającym stan finansów sektora B+R są wydatki krajowe brutto na działalność badawczą i rozwojową w relacji do PKB (GERD). W województwie łódzkim finansowanie sektora B+R w roku 2000 wynosiło 0,70% PKB., a w 2005 r. spadło do 0,56% PKB i było blisko 3 razy niższe (w wartościach względnych) niż średnia w UE-25 i niemal 4 razy niższe niż w OECD⁵⁵.

⁵⁵ Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2006. <http://www.stat.gov.pl>.

Tabela 19. Zatrudnienie w działalności badawczo-rozwojowej w regionie łódzkim w roku 2005 w zależności od wykształcenia i miejsca pracy.

Tytuł, stopień naukowy lub zawodowy	Liczba zatrudnionych			
	ogółem	w jednostkach naukowych i badawczo-rozwojowych	w szkołach wyższych	w jednostkach rozwojowych
profesor	634	67	566	1
doktor habilitowany	709	48	661	-
doktor	2550	291	2253	6
magister, inżynier, lekarz lub równoważny	2411	664	1374	373
inni	1378	618	455	305
razem	7682	1688	5309	685

źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>

Blisko połowa jednostek z województwa prowadzi prace badawczo-rozwojowe w dziedzinie nauk technicznych z zakresu m.in. automatyki i robotyki, mechaniki, informatyki, technologii chemicznej, budowy i eksploatacji maszyn, budownictwa, biotechnologii, w tym biotechnologii żywności i biotechnologii medycznej, technologii żywności i interdyscyplinarnych nauk technicznych. Znaczna grupa jednostek prowadzi prace z dziedziny nauk medycznych i farmacji (m.in. biologii medycznej, medycyny, pielęgniarstwa), biologii, ekologii i ochrony środowiska, nauk rolniczych oraz archeologii i historii⁵⁶.

W regionie zlokalizowane są trzy Centra Zaawansowanych Technologii: AgroTech, BioTechMed i ProHumanoTex, które są konsorcjami placówek badawczych i badawczo-rozwojowych oraz innowacyjnych przedsiębiorstw mające na celu rozwój i wdrażanie zaawansowanych technologii odpowiednio w branżach: rolno-spożywczej, biotechnologiczno-medycznej i włókienniczej. Centra te zostały wyłonione w drodze konkursu ogłoszonego przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, po wnikliwej ocenie dorobku partnerów, ich zasobów kadrowych i sprzętowych oraz planów badawczych. Świadczy to o wiodącej roli placówek badawczych regionu w tych obszarach. Ponadto 10 placówek badawczych z regionu zostało wyróżnione statusem Centrów Doskonałości lub Centrów Kompetencji przez ekspertów Komisji Europejskiej jak i ekspertów krajowych powołanych przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji. Należą do nich centra specjalizujące się w badaniach medycznych i materiałowych: „Centrum Doskonałości w zakresie biologii molekularnej i epidemiologii nowotworów zawodowych - EPIMOL”, „Centrum kompetencji w zakresie utraty słuchu z przyczyn zawodowych - HEARLOSS”, „Centrum Doskonałości Techniki Laserowych i Biomateriałów w Medycynie” i „Centrum Doskonałości w zakresie medycyny molekularnej – MOLMED”, „Centrum Doskonałości w zakresie nowych technologii do zastosowań medycznych i produkcji powierzchni węglowych o kontrolowanej aktywności – NANODIAM”; centra specjalizujące się we włókiennictwie: „Centrum Doskonałości w zakresie zaawansowanych materiałów chitynowych - CECHIT” i „Centrum Kompetencji w zakresie nowych technicznie tekstyliów -

⁵⁶ Rocznik Statystyczny Województwa Łódzkiego 2006.

HTT”; centrum w zakresie zarządzania: „Centrum Kompetencji w zakresie gospodarki opartej na wiedzy - KNOWBASE”; centrum w zakresie sadownictwa: „Badawcze Centrum Doskonałości w dziedzinie sadownictwa zrównoważonego – PomoCentre” oraz centrum w zakresie badań biologicznych: „Centrum badań reakcji reaktywnych form tlenu w układach biologicznych – ROSEBIOS”. Wyniki tych konkursów wykazują, że placówki badawcze i badawczo-rozwojowe województwa reprezentują szczególnie wysoki poziom w następujących dziedzinach: nauki medyczne i materiałowe, włókiennictwo, biotechnologia, nauki rolnicze i technologia rolno-spożywcza oraz zarządzanie.

Przy omawianiu zaplecza naukowo-badawczego należy także zwrócić uwagę na wyposażenie w aparaturę naukowo-badawczą, które nie jest satysfakcjonujące. W roku 2004 stopień zużycia (amortyzacji) aparatury będącej na wyposażeniu jednostek naukowo-badawczych i badawczo-rozwojowych wynosił 80,5% i w stosunku do roku 2000 zwiększył się o 9,5%. Stosunkowo najlepszy był stan aparatury będącej na wyposażeniu jednostek rozwojowych (67,2% zużycia) a najgorszy w przypadku szkół wyższych (83,1% zużycia)⁵⁷.

2.12. Innowacyjność przedsiębiorstw

Podstawowymi rodzajami działalności innowacyjnej, głównymi źródłami innowacji są: działalność badawczo-rozwojowa (B+R), zakup gotowej wiedzy w postaci patentów, licencji, itp. (technologia niematerialna) oraz nabycie maszyn i urządzeń (technologii materialnej). Według informacji przedstawionej w opracowaniu „Diagnoza województwa łódzkiego”⁵⁸, spośród przedsiębiorstw przemysłowych z regionu zatrudniających ponad 50 osób, działalność innowacyjną zadeklarowały 262 podmioty, co stanowiło 30,3% firm usiłujących poprawić nowoczesność swojej produkcji. Stopień innowacyjności poszczególnych działań jest bardzo zróżnicowany i dotyczy każdego z trzech rodzajów działalności innowacyjnej. Należy podkreślić, że pod tym względem region łódzki zajmuje ostatnie miejsce w rankingu województw. Podobny odsetek przedsiębiorstw, które poniosły nakłady na działalność innowacyjną obserwowany jest tylko w województwie wielkopolskim, jednak tam nakłady poniesione na ten cel w przeliczeniu na jedno przedsiębiorstwo inwestujące w tym kierunku są prawie 4 razy większe. W porównaniu do lat 1997-1998, kiedy to tylko co piąta badana firma (21%) wprowadziła nowe lub zmodernizowane wyroby, jest to znaczny wzrost, jednak również znacznie wolniejszy w stosunku do pozostałych regionów kraju. Województwo łódzkie zarówno pod względem nakładów, jak i liczby przedsiębiorstw inwestujących w działalność innowacyjną plasuje się poniżej średniej krajowej (średnia wartość dla Polski kształtuje się na poziomie 39,3%).

2.13. Edukacja

2.13.1. Szkolnictwo ponadpodstawowe i ponadgimnazjalne.

W roku szkolnym 2004/2005 funkcjonowało w województwie łódzkim ogółem 906 szkół ponadpodstawowych (działających zgodnie z trybem sprzed reformy szkolnictwa) i szkół

⁵⁷ Urząd Statystyczny w Łodzi. <http://www.stat.gov.pl/urzedzylodz>.

⁵⁸ Diagnoza województwa łódzkiego. Urząd Marszałkowski w Łodzi, 2005.

<http://www.lodzkie.pl/lodzkie/fundusze/programowanie/aktualizacja/index.htm>.

ponadgimnazjalnych⁵⁹. Z ogólnej liczby 170400 uczniów w roku szkolnym 2004/2005, 61120 uczyło się w liceach i liceach profilowanych, które z założenia nie kształcą w zawodzie lecz przygotowują do podjęcia studiów. Pozostali uczniowie uczyli się w szkołach zawodowych, technikach i szkołach policealnych dla młodzieży (Tab. 20)

Tabela 20. Uczniowie (w roku szkolnym 2005/2006) i absolwenci (na koniec roku szkolnego 2004/2005) szkół ponadpodstawowych i ponadgimnazjalnych w województwie łódzkim.

Grupy kierunków kształcenia	Ponadpodstawowe szkoły średnie zawodowe dla młodzieży		Zasadnicze szkoły zawodowe dla młodzieży		Ponadgimnazjalne technika dla młodzieży		Szkoły policealne dla młodzieży	
	uczniowie	absolwenci	uczniowie	absolwenci	uczniowie	absolwenci	uczniowie	absolwenci
OGÓLEM	1136	9261	10493	3477	97642	-	22017	6557
Artystyczne	-	103	76	21	245	-	91	67
Spoleczne	-	2536	-	-	5167	-	1164	533
Ekonomiczne i administracyjne	81	941	1066	454	3102	-	4846	1068
Fizyczne	-	64	-	-	6	-	22	17
Informatyczne	-	-	-	-	681	-	3489	910
Inżynieryjno-techniczne	493	2447	4673	1325	7672	-	581	213
Produkcji i przetwórstwa	362	870	2105	742	1959	-	78	58
Architektury i budownictwa	63	665	607	229	2309	-	98	84
Rolnicze, leśne i rybactwa	43	373	59	26	1677	-	-	-
Opieki społecznej	-	-	-	-	-	-	773	213
Usług dla ludności	94	959	1907	680	4721	-	3499	878
Usług transportowych	-	82	-	-	227	-	-	12
Ochrony środowiska	-	161	-	-	754	-	104	49
Ochrony i bezpieczeństwa	-	-	-	-	-	-	2481	589
Weterynaryjne	-	-	-	-	181	-	-	-
Pedagogiczne	-	-	-	-	-	-	2062	619
Dziennikarstwa i informacji	-	-	-	-	-	-	27	17
Medyczne	-	-	-	-	-	-	2529	1193
Pozostałe	-	-	-	-	-	-	173	27

Źródło. Urząd Statystyczny w Łodzi, http://www.stat.gov.pl/urzedy/lodz/woj/warunki_zycia.htm/

⁵⁹ Urząd Statystyczny w Łodzi, http://www.stat.gov.pl/urzedy/lodz/publikacje/rocznik_woj/edukacja_wychowanie.

2.3.2. Szkolnictwo wyższe

Pod względem liczby studentów i szkół wyższych, region łódzki jest szóstym ośrodkiem akademickim w Polsce, po województwach mazowieckim, śląskim, małopolskim, wielkopolskim i dolnośląskim. Województwo łódzkie znajduje się też w czołówce regionów o największej liczbie szkół wyższych ogółem, obok województw: mazowieckiego, dolnośląskiego, małopolskiego, śląskiego, wielkopolskiego. W roku akademickim 2004/2005 r. funkcjonowało w nim 25 uczelni (w Polsce 438). W latach 2000-2005 liczba uczelni wyższych ogółem wzrosła o 31,6%. Wzrost ten, podobnie jak w innych województwach, był głównie wynikiem powstawania nowych uczelni niepaństwowych. Gwałtowny przyrost uczelni wyższych w województwie łódzkim nastąpił w 1999 r., kiedy to podwoiła się liczba szkół niepaństwowych (głównie za sprawą powstania wyższych szkół zawodowych). W kolejnych 3 latach (2000-2003) powstawały co roku dwie nowe niepaństwowe szkoły wyższe, podczas gdy liczba uczelni wyższych państwowych pozostała na stałym poziomie (Tab. 21).

Tabela 21. Szkoły wyższe w województwie łódzkim w latach 1995 – 2005

Rodzaj szkoły	Liczba uczelni							
	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Szkoły wyższe ogółem	12	19	19	21	23	25	25	25
Szkoły państwowe	6	6	6	6	6	6	6	6
Szkoły niepaństwowe	6	13	13	15	17	19	19	19

Źródło. Urząd Statystyczny w Łodzi, http://www.stat.gov.pl/urzedylodz/woj/warunki_zycia.htm/

Ponadto w woj. łódzkim w 2005 roku funkcjonowało: 5 filii, 2 wydziały zamiejscowe oraz 5 punktów konsultacyjnych szkół wyższych. Powstałe jednostki zamiejscowe zlokalizowane są głównie w ośrodkach, gdzie nie było dotychczas rozwiniętych tradycji akademickich, np. w Tomaszowie Mazowieckim, Ksawerowie czy Bełchatowie. Obok uczelni rodzimych (z terenu województwa) swoje jednostki zamiejscowe utworzyły na terenie województwa szkoły wyższe z „zewnątrz”, głównie z Warszawy: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Uniwersytet Kardynała St. Wyszyńskiego, Papieski Wydział Teologiczny, Wyższa Szkoła Bankowości, Finansów i Zarządzania oraz Akademia Świętokrzyska w Kielcach.

Szkoły łódzkie natomiast uruchomiły swoje jednostki zamiejscowe w innych województwach, m.in. Uniwersytet Łódzki w Ostrołęce, Politechnika Łódzka w Bielsku-Białej, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Brodnicy, Ostrowie Wielkopolskim i Warszawie.

W istniejących w woj. łódzkim 37 jednostkach szkolnictwa wyższego realizowane jest

kształcenie w ramach różnych jego typów. Studia w systemie studiów dziennych oferuje 31 jednostek, studia w systemie zaocznym 35, a wieczorowym 17 placówek.

W województwie łódzkim pierwsze miejsce pod względem liczby studentów zajmował Uniwersytet a drugie Politechnika. Pod względem kierunku studiów przeważają szkoły wyższe o profilu ekonomicznym, na których łącznie studiowało w roku 2004/2005 ponad 36% wszystkich studentów w regionie. (Tab. 22).

Tabela 22. Szkoły wyższe, nauczyciele akademicy, studenci i absolwenci w województwie łódzkim

Wyszczególnienie		Liczba szkół	Liczba nauczycieli akademickich ^a	Liczba studentów	Liczba absolwentów
Ogółem	2000/01	19	5796	112019	17480
	2004/05	25	6534	131058	23965
dane za rok akademicki 2004/2005					
Uniwersytety		1	2157	39948	8062
Wyższe szkoły techniczne		1	1477	21003	2699
Wyższe szkoły ekonomiczne		8	919	45444	10000
Wyższe szkoły pedagogiczne		1	65	1640	576
Akademie medyczne		1	1218	6136	970
Wyższe szkoły artystyczne		4	428	3471	579
Wyższe szkoły zawodowe		7	192	5309	522
Pozostałe szkoły		2	78	2511	725

Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych; <http://www.stat.gov.pl/bdr/>

^a Nauczyciele zatrudnieni w pełnym wymiarze godzin w więcej niż jednej szkole wyższej wykazani zostali w każdym miejscu pracy.

W roku akademickim 2004/2005 w województwie łódzkim studiowało 131,0 tys. studentów (6,7% ogółu studentów w Polsce), z czego blisko 59% stanowili studenci szkół państwowych. W stosunku do roku 2000/2001 liczba studentów ogółem wzrosła o 17,3%, przy czym znacznie wyższy wzrost liczby studentów obserwowano w przypadku szkół niepaństwowych (wzrost o 35,3%) niż szkół państwowych (wzrost o 6,9%). Zdecydowany przyrost liczby studentów zanotowały wyższe szkoły zawodowe (niemal czterokrotny) oraz Uniwersytet Medyczny (wzrost związany z przekształceniem i uruchomieniem nowych kierunków)⁶⁰. Najwięcej studentów studiowało na kierunku ekonomiczno-administracyjnym (blisko 30% ogółu studiujących i 34% absolwentów w roku 2004/2005). Ponadto popularne były studia: humanistyczne (16312 studentów), informatyczne (11239 studentów), pedagogiczne (10339 studentów), i inżynierijno-

⁶⁰ GUS Bank danych Regionalnych. <http://www.stat.gov.pl/bdr/>.

techniczne (7198 studentów) (Tab. 23)

Ponadto wiele szkół wyższych zarówno państwowych, jak i niepaństwowych posiada w swojej ofercie studia podyplomowe i doktoranckie. Corocznie nabór na studia podyplomowe prowadzą m.in. Uniwersytet Łódzki, Politechnika Łódzka, Akademia Muzyczna, Państwowa Wyższa Szkoła Filmowa Telewizyjna i Teatralna w Łodzi, Wyższa Szkoła Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania, Wyższa Szkoła Informatyki, Wyższa Szkoła Administracji Publicznej, Wyższa Szkoła Kupiecka w Łodzi, Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie oraz Instytut Medycyny Pracy i Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa Skierniewicach. W roku akademickim 2004/005 liczba słuchaczy studiów podyplomowych województwie wynosiła 5946 a liczba uczestników studiów doktoranckich – 1853. W przypadku studiów podyplomowych najbardziej popularny był kierunek ekonomiczny natomiast w przypadku studiów doktoranckich nauki przyrodnicze, techniczne i medyczne.

Tabela 23. Studenci i absolwenci uczelni z regionu łódzkiego w roku akademickim 2004/2005 z uwzględnieniem kierunku studiów i rodzaju uczelni

Kierunek	Uczelnie państwowe		Uczelnie niepaństwowe	
	studenci	absolwenci	studenci	absolwenci
ogółem	77.208	13.075	53.850	10890
pedagogiczne	7.944	1381	10.395	2334
humanistyczne	6.917	1014	9.303	481
artystyczne	2.999	461	860	197
społeczne	8.794	2031	2.150	244
ekonomia i administracja	16.001	3383	22.786	4938
prawne	2.542	365	0	0
dziennikarstwo i informacja	0	0	294	199
biologiczne	1.014	132	0	0
fizyczne	2.434	535	36	0
matematyczno-statystyczne	1.129	171	0	0
informatyczne	5.111	593	6.128	1981
medyczne	6.518	1111	336	235
inżynieryjno-techniczne	6.971	756	227	47
produkcja i przetwórstwo	1.899	162	0	0
architektura i budownictwo	2.725	449	0	0
rolnicze	434	48	473	59
usługi dla ludności	419	0	780	143
ochrona środowiska	3.090	483	32	32
usługi transportowe	267	0	0	0

Źródło: Urząd Statystyczny w Łodzi;

http://www.stat.gov.pl/urzeddy/lodz/publikacje/rocznik_woj/edukacja_wychowanie/

W roku akademickim 2004/2005 współczynnik skolaryzacji netto (stosunek liczby osób

studiujących do liczby ludności w wieku 19-24 lat) wynosił 0,531 i był istotnie wyższy od średniej krajowej (0,494)⁶¹.

2.13.2.1. Nauczyciele akademicki

W roku akademickim 2004/2005 w uczelniach regionu zatrudnionych było 7180 nauczycieli akademickich, w tym 1703 profesorów, 4 docentów, 2640 adiunktów i 1305 asystentów⁶². W porównaniu do roku 2000/2001 oznacza to wzrost o 12,7%. Niestety, pogorszeniu uległa proporcja pomiędzy nauczycielami akademickimi a studentami. W roku 2000/2001 na jednego nauczyciela przypadało średnio 17,3 studenta podczas gdy w roku 2004/2005 wskaźnik ten wzrósł do 19,0. W okresie 2000-2005 wyraźnie zaznaczył się wzrost liczby zatrudnionych na stanowisku profesora (o 42%) i adiunkta (o 15%). Z niewielkimi wahaniami, ale bez większych zmian pozostaje liczba asystentów. Od roku 2001 widoczna jest zmiana proporcji pomiędzy liczbą zatrudnionych profesorów, a asystentów (pracowników na etacie profesora jest więcej niż asystentów). Jest to konsekwencja ograniczania etatów asystentów na rzecz doktorantów. Stałe proporcje utrzymują się pomiędzy liczbą profesorów a adiunktów. W 2003 roku profesorowie stanowili 23,5% kadry nauczycieli akademickich, adiunkci ponad 35%, zaś asystenci niespełna 20%. Należy jednak wziąć pod uwagę, że w statystykach liczba zatrudnionych jest traktowana jako liczba etatów. Biorąc pod uwagę częste zatrudnianie na kilku etatach, faktyczna liczba pracowników naukowych jest mniejsza.

3. Analiza zasobów naturalnych i społeczno-gospodarczych województwa łódzkiego z punktu widzenia rozwoju gospodarki.

3.1. Analiza SWOT (ang. *strength, weaknes, opportunities, threats*)

W ciągu ostatnich kilku lat kilka zespołów wykonało niezależnie analizy SWOT dla województwa łódzkiego. Poniżej przedstawiono kompilację, zawierającą wspólne elementy analiz zawartych w „Strategii rozwoju województwa łódzkiego na lata 2007-2020”⁶³ i w „Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Łódzkiego LORIS”⁶⁴.

Silne strony regionu

- korzystne położenie województwa łódzkiego w strukturze przestrzennej kraju i Europy na przecięciu transeuropejskich korytarzy transportowych

⁶¹ GUS Bank Danych Regionalnych, <http://www.stat.gov.pl/bdr>.

⁶² *ibid.*

⁶³ <http://www.lodzkie.pl/lodzkie/fundusze/programowanie/aktualizacja/index.html>.

⁶⁴ Kot J., Stawiasz D., 2004. Regionalna Strategia Innowacji Województwa Łódzkiego. Stan obecny i priorytetowe formy gospodarki i kierunki rozwoju gospodarki regionu. Łódź 2004. <http://www.rislodzkie.lodz.pl/zadania/raporty/SWOT.pdf>.

- konsensus społeczny podmiotów sektora publicznego i komercyjnego na rzecz poprawy innowacyjności gospodarki regionu
- dywersyfikacja struktury gałęziowo – branżowej w gospodarce regionu
- znaczny potencjał badawczy z rozwiniętą współpracą naukową z jednostkami B+R krajowymi i zagranicznymi (Centra Zaawansowanych Technologii)
- istnienie relatywnie taniej siły roboczej
- bliskie położenie i nawiązana współpraca naukowo-techniczna i biznesowa z regionem warszawskim, tendencje do utworzenia makroregionu
- wzrost poziomu wykształcenia wśród ludzi młodych
- wysoka gęstość zaludnienia na terenie województwa
- szeroki dostęp do edukacji
- wysoki poziom urbanizacji
- kształtowanie się łódzkiego obszaru metropolitalnego
- gęsta sieć dróg kołowych
- rozwój komunikacji lotniczej na terenie województwa (Lublinek, Łask)
- rosnące choć nadal niewystarczające zaangażowanie kapitału zagranicznego w województwie łódzkim

Słabe strony regionu

- dominacja tradycyjnych gałęzi przemysłu, a także branż o małym poziomie „urynkowania” (przemysł włókienniczo-odzieżowy)
- niedostatecznie rozwinięta infrastruktura komunikacyjna
- przestarzały park maszynowy i dekapitalizacja majątku produkcyjnego przemysłu regionu łódzkiego
- brak koordynacji w sferze pozyskiwania inwestorów zagranicznych oraz promocji województwa jako najlepszego miejsca do inwestycji
- zbyt mała liczba instytucji oferujących doradztwo i szkolenia dla przedsiębiorców oraz ich nierównomierne rozmieszczenie
- niskie tempo rozwoju sektora usług
- niski poziom konkurencyjności eksportu
- słaba inicjatywa ośrodków B+R w kierunku komercjalizacji swojej działalności badawczej i innowacyjnej skutkująca w przewadze zewnętrznymi źródłami innowacji transferowanych do firm regionu
- brak instytucji finansowania innowacji i nowych technologii typu venture capital
- przewaga branż o niskiej innowacyjności w gospodarce regionu
- niski rozwój infrastruktury transferu technologii

- niekorzystna struktura agrarna w rolnictwie województwa łódzkiego (dominacja gospodarstw prowadzących produkcję wielokierunkową)
- niedostateczna podaż wolnych, uzbrojonych terenów w gminach dla potrzeb inwestycyjnych
- niskie pozarolnicze zatrudnienie na obszarach wiejskich
- stosunkowo niski poziom wyposażenia technicznego wsi i gospodarstw rolnych w urządzenia sieciowe, w szczególności kanalizację oraz sieć gazową
- wewnątrz-regionalne zróżnicowanie rozwoju: obszary centralne i zagrożone marginalizacją
- zła sytuacja demograficzna (ujemny przyrost naturalny i ujemne saldo migracji stałych)
- nierównomierne rozmieszczenie placówek infrastruktury socjalnej na terenie województwa oraz problemy komunikacji, koordynacji i współpracy pomiędzy podmiotami pomocy społecznej
- postępujące rozwarstwienie ekonomiczne społeczeństwa (pogarszanie się spójności społecznej)
- malejący współczynnik aktywności zawodowej mieszkańców województwa, wzrost biernego potencjału pracy oraz ukryte bezrobocie na wsi
- niedobór zasobów wód powierzchniowych
- zanieczyszczenie zbiorników wodnych i rzek
- niedostateczna ilość zbiorników małej retencji
- istnienie wielu obszarów zdegradowanych, wymagających rewitalizacji
- duże dysproporcje w infrastrukturalnym zagospodarowaniu obszarów wiejskich
- niezadowalający stan gospodarki odpadami
- niska lesistość województwa i monokultura drzewostanu
- niski poziom wykorzystania linii kolejowych dla połączeń krajowych i regionalnych

Szanse

- budowa szybkiej kolei na kierunku Łódź-Warszawa-Wrocław
- rozwój usług nowoczesnych
- budowa międzynarodowego lotniska pomiędzy Łodzią a Warszawą
- tworzenie klastrów gospodarczych
- wzrastający napływ dużych inwestorów zagranicznych typu produkcyjnego i usługowego (usługi rynkowe wyższego rzędu)
- rozwój Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego
- rosnąca świadomość przedsiębiorców o konieczności rozwijania współpracy z otoczeniem badawczo – rozwojowym

- kształtowanie się współpracy firm, administracji, instytucji wspierania biznesu i sfery B+R w ramach klastrów
- znaczne możliwości wykorzystania zagranicznych instrumentów finansowych
- otwarcie unijnego systemu edukacji dla młodzieży
- stworzenie i realizacja programów kompleksowej rewitalizacji obszarów powojaskowych i przemysłowych
- przygotowanie przez samorządy zintegrowanych strategii rozwoju obszarów wiejskich
- rozwój budownictwa mieszkaniowego, w tym społecznego
- rozwój nowej aktywności gospodarczej jaką jest funkcja logistyczno - magazynowa dyskontująca centralne położenie regionu
- istnienie kolejowych stacji towarowych o dużym niewykorzystanym potencjale przewozowym
- ułatwienie dostępu obywateli do usług publicznych poprzez zwiększenie liczby organizacji pozarządowych świadczących usługi publiczne
- specyfika regionu łódzkiego – przedwojenna wielokulturowość
- rozwój współpracy z regionami partnerskimi
- stopniowe bogacenie się społeczeństwa

Zagrożenia

- niekorzystny układ krajowej sieci kolejowej wpływający na złą jakość połączeń stolicy regionu z innymi ośrodkami w kraju
- niewielki udział transportu lotniczego regionu łódzkiego w zewnętrznych powiązaniach transportowych
- uzależnienie gospodarek lokalnych w regionie od schyłkowych rodzajów działalności gospodarczej, o niskiej wartości dodanej
- emigracja absolwentów wyższych uczelni i wysokokwalifikowanych kadr do ośrodków gospodarczo silniejszych
- brak koordynacji w planowaniu przestrzennym na poziomie regionalnym i krajowym
- niska opłacalność produkcji rolniczej na rynkach zewnętrznych i silna konkurencja zagraniczna
- ograniczona skala procesów restrukturyzacji i modernizacji rolnictwa
- znaczny udział rolnictwa tradycyjnego w strukturze gospodarki rolnej regionu
- zła zewnętrzna dostępność komunikacyjna województwa łódzkiego (transport drogowy)
- rosnąca tendencja w wykorzystaniu transportu indywidualnego a jednocześnie, malejące znaczenie transportu zbiorowego

- niewystarczający poziom spójności działań administracji publicznej w stosunku do III sektora i wsparcia organizacji ze strony sektora publicznego
- brak współpracy mediów i innych środków przekazu promujących aktywność społeczną
- nierównomierne rozłożenie środków na realizowanie zadań publicznych przez organizacje pozarządowe w skali województwa
- brak stabilności uregulowań prawnych i skutecznej polityki na szczeblu rządowym w dziedzinie organizacji i finansowania służby zdrowia
- niewystarczająca ilość działań o charakterze promocyjnym na poziomie krajowym organizowanych przez instytucje odpowiedzialne za promocję Polski
- brak stabilności finansowej rodzin wielodzietnych
- brak zaufania do władz lokalnych i podejmowanych inicjatyw
- duże dysproporcje w zakresie infrastruktury i usług informatycznych pomiędzy aglomeracją a resztą regionu
- niewystarczające środki samorządowe na zlecenie zadań publicznych w małych i średnich gminach
- proces starzenia się mieszkańców województwa
- niebezpieczeństwo utrwalenia się marazmu i stagnacji gospodarczej niektórych rejonów województwa oraz pogłębienia dysproporcji w poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego wewnątrz regionu
- utrzymujący się wysoki poziom cen usług teleinformacyjnych i teletransmisyjnych
- niespójne i zmienne prawo socjalne utrudniające efektywną pomoc
- niestabilna polityka finansowa państwa wobec samorządów

Sytuacja społeczno-ekonomiczna województwa łódzkiego na tle innych regionów kraju była badana także przez kilka innych zespołów. Wyniki tych badań przedstawione są poniżej.

W opracowaniu sporządzonym przez grupę badaczy z Instytutu Badań nad Gospodarką Rynkową⁶⁵ oceniano sukces regionów na podstawie danych GUS i materiałów dostarczonych przez Urzędy Marszałkowskie. W rankingu tym województwo łódzkie zajęło 9 pozycję w kraju. Najwyżej w województwie oceniono funkcjonowanie samorządów (druga pozycja w kraju) oraz kapitał ludzki (3 lokata w kraju), na co wpłynął najwyższy w kraju wzrost poziomu wiedzy oraz względnej poprawy sytuacji demograficznej i zdrowotnej. W badanym okresie odnotowano w regionie ponadprzeciętny przyrost liczby osób z wyższym wykształceniem oraz spadek wczesnej umieralności mężczyzn. Niestety, województwo cechował jeden z największych spadków umieralności niemowląt. Zmiana infrastruktury technicznej w badanym okresie na

⁶⁵ Hildebrandt A., Kalinowski T., Nowicki, M., Susmarski P., Tarkowski M., 2006. Sukces rozwojowy polskich

tle innych województw była przeciętna. Do ujemnych stron regionu zaliczono niską dynamikę gospodarki i niskie warunki życia. W ogólnej ocenie region łódzki określono jako słaby, lecz dynamicznie rozwijający się.

W innym opracowaniu przygotowanym przez ten sam zespół⁶⁶ dokonano oceny atrakcyjności inwestycyjnej dla inwestorów zagranicznych polskich województw oraz podregionów dla działalności przemysłowej, usługowej i zaawansowanej technologicznie. Badania przeprowadzono na podstawie ankiet wypełnionych przez pracowników Wydziałów Promocji Handlu i Inwestycji Ambasad RP we Francji, Holandii, Stanach Zjednoczonych, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Włoszech, Szwecji, Belgii, Danii i Szwajcarii, dostępności i jakości potencjalnych lokalizacji dla inwestycji oraz danych statystycznych dostępnych w GUS. Województwo łódzkie zajęło 7 miejsce w rankingu i w stosunku do podobnego rankingu przeprowadzonego w roku 2005 poprawiło swoją pozycję o dwa punkty. Zdecydowała o tym poprawa infrastruktury gospodarczej, stosunkowo niskie koszty dobrze wykwalifikowanej siły roboczej i dobra dostępność transportowa. Przecinająca podregion autostrada A-2, która w przyszłości będzie się krzyżowała z autostradą A-1, jest atutem dla inwestorów chcących ulokować swoje przedsięwzięcia w centrum kraju.

3.3. Podsumowanie analizy zasobów regionu z punktu widzenia rozwoju gospodarki

O lokalizacji i rozwoju różnych branż przemysłu decyduje wiele czynników. Do najważniejszych zalicza się: dostępność surowce, jakość i zasoby środowiska, zasoby i jakość siły roboczej, dostępność komunikacyjna, infrastruktura i rynki zbytu.

Region łódzki jest stosunkowo ubogi w zasoby naturalne. Kopalnią liczącą się w skali krajowej są tylko zasoby węgla brunatnego. Poza eksploatowanymi obecnie złożami w regionie Bełchatowa (które zgodnie z szacunkami zostaną wyczerpane do roku 2038⁶⁷), istnieją także znaczące złoża na obszarze od Strykowa przez Rogoźno, Sierpów do Uniejowa. Jednakże są one rozproszone, ich miąższość jest zbyt mała i zalegają zbyt głęboko aby eksploatacja odkrywkowa była uzasadniona ekonomicznie. Ponadto kopalnictwo odkrywkowe powoduje znaczne zaburzenia w środowisku, w szczególności powoduje osuszanie wód gruntowych w wyniku tworzenia lejów depresyjnych. Ponieważ region łódzki jest wyjątkowo ubogi w wody powierzchniowe, eksploatacja tych zasobów metodą tradycyjnego kopalnictwa spowodowałaby znaczne pogorszenie stosunków wodnych, z poważnymi konsekwencjami dla rolnictwa i leśnictwa. Dlatego eksploatacja odkrywkowa tych złóż jest w najbliższym okresie mało

województw. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk ISBN 83-89443-62-7.

⁶⁶ Hildebrandt A., Kalinowski T, Nowicki, M., Susmarski P., Tarkowski M., 2006. Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów polski 2006. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk, ISBN 83-89443-63-5.

prawdopodobna. Natomiast istnieje potencjalna możliwość ich eksploatacji poprzez podziemną gazyfikację. W chwili obecnej istniejące technologie są zbyt kosztowne, aby taka eksploatacja była uzasadniona ekonomicznie, lecz rosnące ceny paliw oraz rozwój technologii mogą doprowadzić do ekonomicznie opłacalnej podziemnej gazyfikacji w przyszłości. Zastosowanie tutaj może znaleźć metoda upłynnienia i gazyfikacji węgla w złożu metodami biotechnologicznymi przy użyciu wyspecjalizowanych bakterii. W technologii tej jako produkt powstaje mieszanina metanu i wodoru oraz kwasy humusowe, które mogą być wykorzystane jako nawóz organiczny poprawiający strukturę gleby i zwiększający jej retencję wodną.

Znaczącym źródłem energii w regionie mogą też być zasoby wód termalnych. Są one obecnie eksploatowane w Uniejowie, gdzie całkowita moc cieplna instalacji wynosi 4,6 MW. Ponadto próbny odwiert wykonano w Skierniewicach, lecz dalsze prace zostały zaniechane. Według szacunków, wody termalne mogą w przyszłości stanowić istotne źródło energii cieplnej dla celów komunalnych oraz sportowo-rekreacyjnych⁶⁸.

Ponadto ważne dla gospodarki regionu są pokłady glin i piasków, które dostarczają surowca dla przemysłu materiałów budowlanych i przemysłu ceramicznego. Występują one jednak pospolicie na terenie całego kraju, więc ich dostępność nie jest wystarczającą przesłanką do lokalizacji przemysłu.

Pokłady niskoprocetowej rudy żelaza oraz soli kuchennej występujące w regionie nie mają w chwili obecnej znaczenia gospodarczego i przypuszczalnie nie będą miały znaczenia w najbliższej przyszłości.

We wszystkich analizach podkreśla się, że poważnym atutem województwa Łódzkiego jest bardzo dobre, strategiczne położenie w centrum kraju na skrzyżowaniu ważnych międzynarodowych szlaków komunikacyjnych w relacjach wschód - zachód i północ - południe. W chwili obecnej atut ten nie jest jeszcze w pełni wykorzystywany z powodu niskiej jakości infrastruktury komunikacyjnej. Sytuacja ta ulegnie jednak poprawie po wybudowaniu Centralnego Węzła Komunikacyjnego wokół Łodzi. W ramach węzła planuje się budowę autostrad (A1, A2), dróg ekspresowych (S8, S14), drogi ekspresowej S74 Łódź – Kielce i szybkiej kolei łączącej Łódź z Wrocławiem i Warszawą. Stwarza to bardzo dobre warunki do rozwoju centrów usług logistycznych, do czego przyczynić się może także dobrze rozwinięta infrastruktura teleinformatyczna.

⁶⁷ <http://kwb-belchatow.bip-e.pl>.

⁶⁸ Nowak W., Stahel A., 2004. Ciepłownie geotermalne w Polsce – stan obecny i planowany. *Czysta Energia* 7/8: 1-5.

Pomimo stosunkowo niskiej jakości gleb, produkcja rolna w regionie jest znacząca w skali kraju. Region specjalizuje się w produkcji zwierzęcej (ponad 10% krajowej produkcji żywca wołowego i wieprzowego, powyżej 9% mięsa drobiowego i mleka) oraz w produkcji owoców i warzyw (odpowiednio 11,6 i 10,1% produkcji krajowej). Stwarza to bardzo dobrą bazę surowcową dla przemysłu spożywczego.

Poważną barierą dla produkcji rolnej mogą być w przyszłości ograniczone zasoby wodne województwa. Dlatego niezbędna dla rozwoju tego działu gospodarki jest racjonalna gospodarka zasobami wodnymi, w szczególności wprowadzenie zamkniętych obiegów w przemyśle i retencjonowanie wody. Ponadto niezbędne jest zwiększenie lesistości regionu, co wpłynie na poprawę stosunków wodnych. pozytywnie na

Rozwojowi przemysłu rolno-spożywczego w regionie sprzyja także dobrze rozwinięte zaplecze naukowo-wdrożeniowe w postaci placówek badawczo-wdrożeniowych i innowacyjnych przedsiębiorstw skupionych w Centrum Zaawansowanych Technologii AgroTech. Ponadto wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ oraz średnie szkoły zawodowe zapewniają wykształconą kadre.

We wszystkich opracowaniach bardzo wysoko oceniany jest kapitał ludzki, plasujący region w czołówce wśród województw w kraju. Przyczynia się do tego dobrze rozwinięte szkolnictwo, zarówno na poziomie średnim jak i wyższym. Współczynnik skolaryzacji w regionie na poziomie szkół ponadpodstawowych i ponadgimnazjalnych (0,94) oraz szkół wyższych (0,53) jest wyższy od współczynnika skolaryzacji w kraju. Z punktu widzenia gospodarki istotna jest duża liczba szkół średnich i uczelni wyższych kształcących w kierunkach technicznych i ekonomicznych. Rocznie w regionie szkoły zawodowe, technika i szkoły policealne przygotowujące do zawodu kończy blisko 19000 uczniów a uczelnie wyższe kończy blisko 24000 absolwentów, z tego ponad 960 kierunków inżynieryjno-technicznych, ponad 2500 kierunków informatycznych, blisko 540 architektoniczno-budowlanych i blisko 1350 medycznych. Stanowią oni doskonałą kadre dla rozwoju przemysłu, budownictwa i usług medycznych. Ponad 8300 absolwentów kierunków ekonomiczno-administracyjnych rocznie, a także dobrze rozwinięta sieć szkieletowych sieci teleinformatycznych stwarza możliwość rozwoju nowoczesnych usług, w rodzaju centrów księgowości, bankowości internetowej, konsultingu czy centrów obsługi klienta. Już obecnie w regionie powstało kilka takich centrów i według różnych szacunków, można spodziewać się dalszego ich rozwoju w przyszłości.

Przy rozwoju poszczególnych branż przemysłu na danym terenie dużą rolę odgrywa istniejąca tradycja przemysłowa. W regionie łódzkim dużą tradycję mają przemysł włókienniczy i spożywczy. Szybko rozwijają się też przemysły ceramiczny i chemii budowlanej, w których

województwo łódzkie zajmuje czołową pozycję w kraju. Ważną pozycję w gospodarce regionu zajmuje także przemysł farmaceutyczny, jednakże jest on mało innowacyjny i wytwarza głównie lub wyłącznie leki generyczne a także mało zaawansowane technologicznie fitofarmaceutyki.

W regionie szybko rozwija się produkcja sprzętu AGD, a ostatnio także sprzętu komputerowego, do czego przyczyniła się dostępność wykształconej siły roboczej oraz korzystna lokalizacja w centrum kraju. Zachętą dla inwestorów jest także Łódzka Specjalna Strefa Ekonomiczna.

Ponadto w okolicach Radomska w regionie łódzkim dobrze rozwija się przemysł meblarski, co związane jest z lokalną tradycją i kadrą wynikającą z lokalizacji Fabryki Mebli Giętych (obecnie w likwidacji) i licznych małych i średnich przedsiębiorstwach z nią współpracujących.

W regionie łódzkim dobrze rozwinięta jest także działalność badawczo-rozwojowa. Sądzą po wynikach konkursów na Centra Doskonałości i Centra Zaawansowanych Technologii, najwyższy poziom w województwie mają placówki badawczo-rozwojowe prowadzące badania w dziedzinie nauk medycznych, biotechnologii medycznej, włókiennictwa, przemysłu rolno-spożywczego i biotechnologii spożywczej, technologii materiałowej i nanotechnologii oraz ochrony środowiska. Placówki te stanowią dobre zaplecze badawczo-rozwojowe dla rozwoju niektórych branż przemysłu, w szczególności przemysłu włókienniczego i przemysłu rolno-spożywczego oraz usług medycznych.

Biorąc pod uwagę zasoby naturalne regionu, zasoby ludzkie, lokalizację oraz infrastrukturę komunikacyjną i teleinformatyczną, tradycję przemysłową i zaplecze badawczo-wdrożeniowe można wytypować następujące branże jako perspektywiczne dla regionu

- przemysł rolno-spożywczy;
- biotechnologia, w tym biotechnologia spożywcza, medyczna i techniczna;
- włókiennictwo i przemysł odzieżowy
- budownictwo i przemysł materiałów budowlanych;
- przemysł farmaceutyczny i ochrona zdrowia;
- przemysł AG
- przemysł meblarski
- usługi nowoczesne (elektroniczne centra księgowości, bankowość internetowa, konsulting, telefoniczne i internetowe centra obsługi klienta, usługi logistyczne itp.);

4. Inwentaryzacja dostępnych technologii w obszarach uznanych za perspektywiczne dla regionu łódzkiego.

W analizie wzięto pod uwagę dostępne rozwiązania technologiczne oraz prace badawcze i badawczo rozwojowe prowadzone zarówno w kraju jak i zagranicą. Źródłem informacji o projektach krajowych był baza SYNABA⁶⁹, zawierająca opisy prac naukowo-badawczych i badawczo-rozwojowych, rozpraw doktorskich i habilitacyjnych oraz ekspertyz naukowych wykonanych w polskich jednostkach naukowych i badawczo-rozwojowych oraz baza SIBROL⁷⁰, zawierająca dane o projektach z dziedziny nauk rolniczych i rolnictwa. Baza SYNABA dzieli się na dwa podzbiory: SYNABA I, liczący 69 586 opisów wprowadzanych do bazy w latach 1990-1998 oraz SYNABA II – który zawiera aktualizowany na bieżąco opis ponad 50000 projektów, zarówno ukończonych jak i w toku, realizowanych w okresie od roku 1999 do chwili obecnej. W analizie uwzględniono tylko bazę SYNABA II. Ponadto dokonano analizy publikacji naukowych dotyczących procesów i technologii istotnych dla regionu łódzkiego, opublikowanych w ważniejszych periodykach światowych. Analizę tą przeprowadzono w oparciu o bazy danych: SpringerLink⁷¹, Horticultural Science Database⁷², CAB Abstracts⁷³, NCBI PubMed⁷⁴, zawierających streszczenia i dane bibliograficzne prac opublikowanych w ponad 1000 czasopism naukowych. Ponadto do wyszukiwania informacji wykorzystywano zasoby Internetu, w szczególności bazę informacji naukowej Google Scholar⁷⁵. W przypadku ważniejszych pozycji, poza streszczeniami studiowano pełne publikacje. Z uwagi na to, że analiza dotyczy technologii perspektywicznych, uwzględniono w niej tylko prace opublikowane w okresie ostatnich 5 lat.

W dziedzinach uznanych za perspektywiczne dla regionu łódzkiego, najwięcej badań w krajowych jednostkach (opisanych w bazie SYNABA II) jest prowadzonych w zakresie budownictwa i przemysłu materiałów budowlanych (1675 projektów zarejestrowanych w bazie), przemysłu spożywczego (754 projekty), przemysłu włókienniczego i odzieżowego (186 projektów), przemysłu ceramicznego (179 projektów), logistyki (125 projektów) i biotechnologii (70 projektów), a bardzo nieliczne w przypadku sprzętu gospodarstwa domowego (3) oraz mebli i meblarstwa (3). Ponadto w bazie SIBROL znajdują się opisy kilka tysięcy projektów z

⁶⁹ <http://nauka-polska.pl>.

⁷⁰ <http://www.cbr.edu.pl/agrin/dbindex.html>.

⁷¹ <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>.

⁷² <http://web5s.silverplatter.com/webspirs>.

⁷³ <http://www.cabi.org>.

⁷⁴ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

⁷⁵ <http://scholar.google.com>.

dziedziny nauk rolniczych i rolnictwa, które mają związek z przemysłem rolno-spożywczym. Należy jednak zaznaczyć, że tylko część tych prac dotyczyła technologii.

Udział jednostek naukowych i naukowo-badawczych z regionu łódzkiego w tych badaniach w większości analizowanych dziedzin odpowiadał potencjałowi badawczo-rozwojowemu placówek z województwa. Wyjątkiem jest włókiennictwo i przemysł odzieżowy, gdzie większość badań opisanych w bazie SYNABA II wykonywana jest lub była na Politechnice Łódzkiej oraz w jednostkach badawczo-rozwojowych i rozwojowych z Łodzi. Ponadto znaczący duży udział w badaniach z dziedziny ogrodnictwa (blisko 50% projektów opisanych w bazie SIBROL) mają JBR ze Skierniewic: Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa i Instytut Warzywnictwa. Dowodzi to wysokiej specjalizacji regionu w badaniach z tych dziedzin.

Piśmiennictwo naukowe w zakresie procesów i technologii objętych tą analizą jest znacznie bardziej obszerne. Przy ogólnie określonych dziedzinach („biotechnology”, „food technology”, „textile technology”, „construction technology”, „construction and engineering” etc.), liczba publikacji zgromadzonych w bazach danych i zawierających takie słowa w tekście lub tytule lub opisanych takim słowem kluczowym wynosiła od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy. Ponieważ bezpośrednia analiza tak dużej liczby publikacji jest trudna do przeprowadzenia, a w przedziale czasowym trwania projektu LORIS Wizja praktycznie niemożliwa, zawężono obszary analizy stosując różne kombinacje haseł/słów kluczowych (analiza heurystyczna). Pozwoliło to na określenie głównych trendów i kierunków badań.

4.1. Przemysł rolno-spożywczy.

Jakość i rodzaj żywności ma zasadnicze znaczenie dla zdrowia i dobrego samopoczucia konsumentów. Według danych WHO⁷⁶, przyczyną ponad 50% przypadków chorób układu krążenia, cukrzycy insulinozależnej, chronicznej otyłości, choroby wrzodowej, nadciśnienia tętniczego czy niektórych nowotworów, jest niewłaściwa dieta. Z tego względu w światowej nauce żywieniowej zagadnienia związane z wpływem diety na zdrowie są jednym z głównych priorytetów. Odpowiednie zmiany zachodzą też w podejściu do technologii żywności - opracowywane i wdrażane są nowe technologie poprawiające jakość i wartość odżywczą oraz rozwijane nowe grupy produktów zwiększające różnorodność na rynku. Popularną formułą staje się, tzw. żywność projektowana (ang. „*designed food*”), dostosowana do potrzeb określonych grup konsumentów, podzielonych ze względu na wiek (dzieci, młodzież i ludzie starsi), zapotrzebowanie energetyczne i odżywcze związane z wykonywanym zawodem czy też ze względu na określone wymagania dietetyczne związane ze stanem zdrowia (diety

⁷⁶ Food and Health in Europe: a new basis for action. WHO Regional Publications, European Series No 94, 2004.

niskokaloryczne, diety dla diabetyków i osób z innymi schorzeniami metabolicznymi etc.). Z drugiej strony następuje też powrót do produktów tradycyjnych, wytwarzanych jednak przy użyciu nowoczesnych technologii i z większą dbałością o higienę i jakość. Obserwuje się odchodzenie od produkcji wysokoprzetworzonej żywności na rzecz produktów niskoprzetworzonych, zawierających wiele substancji istotnych dla zdrowia konsumenta, jak np. błonnik i sole mineralne zawarte w okrywach owocowo-nasiennych ziarniaków zbóż, skórkach owoców i warzyw etc., które dotychczas były traktowane jako balast i odrzucane w trakcie produkcji. Stosuje się też wzbogacanie żywności w substancje prozdrowotne, zarówno na drodze naturalnej, jak np. poprzez wzbogacanie jaj w wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy i antyoksydanty na drodze odpowiedniego żywienia niosek naturalnymi paszami, jak i sztucznej, poprzez stosowanie prozdrowotnych dodatków. Duże znaczenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego żywności ma wdrażanie integrowanych i ekologicznych metod produkcji poprzez ograniczanie lub eliminowanie stosowania syntetycznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych w uprawie roślin a także zastępowanie antybiotyków w żywieniu zwierząt naturalnymi preparatami ziołowymi, czy mineralno-organicznymi. W tym zakresie polska nauka i praktyka ma duże doświadczenia.

Nowe trendy powodują, że coraz energiczniej prowadzone są poszukiwania biologicznie aktywnych substancji przydatnych do celów leczniczych w produktach roślinnych i zwierzęcych. Mogą one służyć ochronie zdrowia ludzi i zwierząt bez powodowania ubocznych skutków, np. lizozym z jaj w chroniący przed infekcjami bakteryjnymi czy flawonoidy z owoców i warzyw zmniejszające ryzyko chorób układu krążenia. Rozwijana jest produkcja żywności funkcjonalnej, o działaniu prozdrowotnym, otrzymywanej na drodze procesów biotechnologicznych, szczególnie w oparciu o biotechnologie wykorzystujące niepatologiczne drobnoustroje lub enzymy; zwraca się uwagę na nowe produkty spożywcze otrzymywane na drodze kontrolowanej fermentacji lub specyficznych procesów biokonwersji i dzięki temu wzbogacone w substancje biologicznie czynne. W technologiach produkcji takich wyrobów spożywczych coraz powszechniej wykorzystuje się immobilizowane enzymy. W niedalekiej przyszłości można oczekiwać, że żywność taka obejmować będzie również produkty modyfikowane genetycznie o zwiększonej zawartości substancji biologicznie czynnych poprzez nadekspresję transgenów kodujących ich biosyntezę.

Przemysł spożywczy jest zróżnicowany, zarówno ze względu na surowce i technologie produkcji, jak i rodzaj produktu końcowego. Istnieją technologie uniwersalne, które stosowane są w niemal każdej branży, jak np. pasteryzacja i sterylizacja, lecz wiele jest także wyspecjalizowanych technologii, użytecznych tylko dla jednej branży lub nawet produktu. W

niniejszym przeglądzie opisano podstawowe trendy w rozwoju technologii oraz innowacyjnych produktach żywnościowych.

- Wprowadzanie innowacji w produkcji żywności tradycyjnej

W ostatnim czasie obserwuje się duże zainteresowanie konsumentów żywnością tradycyjną otrzymywaną na drodze ulepszenia i zmodernizowania procesów technologicznych z naczelnym przesłaniem zachowania cennych, z punktu dietetycznego, składników żywności, w tym szczególnie witamin, mikroelementów, antyoksydantów, błonnika i innych biologicznie czynnych substancji. W oparciu o tradycyjne technologie otrzymuje się dzisiaj szereg produktów żywnościowych fermentowanych z udziałem bakterii kwasu mlekowego i drożdży. Przykładem takiej żywności są: fermentowane produkty mleczarskie wliczając w to sery, kumys, kefir i jogurt, pieczywo na zakwasach, kwas chlebowy, różnorodne napoje alkoholowe, w tym wina i piwa, kiszonki warzywne, fermentowane produkty mięsne oraz cała gama egzotycznej, fermentowanej żywności z Azji i Afryki. Tradycyjne produkty fermentowane powinny być całkowicie bezpieczne pod względem mikrobiologicznym, zarazem minimalnie przetworzone i zawierające żywe bakterie probiotyczne, jednocześnie nie powinny zawierać w ogóle lub zawierać jedynie niewielkie ilości substancji konserwujących i charakteryzować się wysoką wartością żywieniową i sensoryczną.

Powrót do tradycyjnych biotechnologii spożywczych można zaobserwować na przykładzie rosnącej popularności wśród konsumentów pieczywa na zakwasach, którego technologia produkcji zapewnia wyrobom nie tylko bezpieczeństwo mikrobiologiczne, ale także bogactwo walorów smakowo-zapachowych, poprawę tekstury miękiszu i przedłużenie trwałości^{77,78}. Fermentacja zachodząca w cieście chlebowym skutkuje wytworzeniem szerokiej gamy produktów metabolizmu bakterii mlekowych o właściwościach konserwujących porównywalnych z takimi konserwantami jak: kwas propionowy, sorbowy czy benzoesowy^{79,80}, jak i wpływa na zwiększenie dostępności substancji odżywczych⁸¹.

Wzrost konkurencyjności produktów tradycyjnych może nastąpić poprzez polepszenie,

⁷⁷ Corsetti A., Gobetti M., De Marco B., Balestrieri F., Paoletti F., Russi L. and Rossi J. 2000. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric. Food Chem.* 48: 3044.

⁷⁸ Katina K., Arendt E., Liukkonen K.H., Autio K., Flander L., Poutanen K., 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science & Technology* 16: 104-112.

⁷⁹ Cleveland J., Montville T.J., Nes I.F. and Chikindas M.L. 2001. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *Int. J. Food Microbiol.* 71: 1

⁸⁰ Messens W. De Vuyst L. 2002. Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdough – a review. *Int. J. Food Microbiol.* 72: 31.

⁸¹ Tiekling M., Korakli M., Ehrmann M.A., Ganzle M.G. Vogel R.F. 2003. In situ production of exopolysaccharides during sourdough fermentation by cereal and intestinal isolates of lactic acid bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 945.

zarówno szeroko pojętej jakości tej żywności, jak i jej bezpieczeństwa. Wprowadzanie innowacji biotechnologicznych do sektora żywności tradycyjnej, które polepszą wartość żywieniową a zarazem utrzymają na odpowiednim poziomie lub udoskonalą inne składowe jakości rozpoznawalne przez konsumentów, jest przedmiotem prac zespołu biotechnologów w ramach europejskiego projektu „TRUEFOOD”⁸².

- Żywność funkcjonalna

W okresie ostatnich kilkunastu lat intensywnie rozwija się produkcja żywności funkcjonalnej⁸³, która ze względu na zawartość składników biologicznie czynnych (takich jak nienasycone kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy, witaminy i składniki mineralne oraz probiotyki i prebiotyki) lub też obniżoną zawartość szkodliwych składników, jak np. cholesterolu czy sodu, wywiera pozytywny i potwierdzony przez badania kliniczne wpływ na zdrowie człowieka. Żywność funkcjonalna przypomina postacią żywność konwencjonalną i wykazuje korzystne oddziaływanie kiedy spożywana jest w ilościach uzasadnionych normalną dietą. Obecnie istniejące i opracowywane z myślą o niedalekiej przyszłości biotechnologie spożywcze pozwalają wytwarzać żywność funkcjonalną o dużej skuteczności w zapobieganiu wielu chorobom cywilizacyjnym. W szczególności dotyczy to produktów zawierające pre- i probiotyki.

Probiotyki to wyselekcjonowane szczepy różnych gatunków bakterii z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, cechujące się zdolnością przedostawania się w stanie żywym do jelita grubego, osiedlania się w nim i rozmnażania. Przez to korzystnie oddziałują na funkcjonowanie przewodu pokarmowego i w rezultacie na stan zdrowia konsumentów^{84,85,86,87}. Bakterie probiotyczne występują w fermentowanych napojach mlecznych nowej generacji. Z kolei prebiotyki to związki obecne lub wprowadzone do żywności, nieulegające trawieniu przez enzymy w układzie pokarmowym człowieka i stymulujące rozwój prawidłowej flory jelitowej. Właściwości prebiotyków w największym stopniu posiadają cukry proste: inulina, laktuloza i laktitol. Prebiotyki obecne są w cebuli, cykorii, czosnku, fasoli, grochu, karczochach, bananach, ale także są składnikiem przetworzonych produktów żywnościowych, takich jak płatki

⁸² Projekt “Traditional United Europe Food TRUEFOOD”. http://truefood_waw.sggw.p.

⁸³ Menrad K. 2003. Market and marketing of functional food in Europe. *J. Food Engin.* 56: 181-188.

⁸⁴ Salminen SJ, Gueimonde M, Isolauri E. 2005. Probiotics that modify disease risk. *J Nutr.* 135: 1294-1298.

⁸⁵ O’Hara A, Shanahan F. 2007. Mechanisms of action of probiotics in intestinal diseases. *Scientific World J.* 7: 31-46.

⁸⁶ Yan F, Polk DB. 2006. Probiotics as functional food in the treatment of diarrhea. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 9: 717-721

⁸⁷ Reid G. 2006. Safe and efficacious probiotics: what are they? *Trends in Microbiology* 14: 348-352.

kukurydziane czy chleb^{88,89}. Tworzy się również produkty żywnościowe zawierające probiotyki i prebiotyki^{90,91}.

Duże zainteresowanie wzbudzają także napoje funkcjonalne⁹², a wśród nich napoje izotoniczne i energetyzujące^{93,94}. Napoje izotoniczne ze względu na swój skład, w szczególności zawartość elektrolitów i oddziaływanie osmotyczne, efektywnie uzupełniają niedobory wody i składników mineralnych spowodowane intensywnym wysiłkiem fizycznym. Z kolei funkcją napojów energetyzujących jest stymulacja organizmu człowieka, pozwalająca na zwiększenie jego sprawności w warunkach długotrwałego wysiłku fizycznego i psychicznego oraz regeneracja potencjału psychofizycznego. Takie napoje są również projektowane jako źródła naturalnych przeciwutleniaczy i mogą zawierać mikro i makroelementy, witaminy, aminokwasy, błonnik pokarmowy oraz preparaty węglowodanowe o właściwościach funkcjonalnych.

- Żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego

Stale rosnąca populacja osób, którym z powodów zdrowotnych lub ze względu na wiek zaleca się stosowanie specyficznej diety, jest grupą społeczną o istotnym znaczeniu na rynku. Wśród dorosłych, a zwłaszcza wśród osób starszych, zwiększa się odsetek osób nietolerujących glutenu – składnika podstawowych zbóż chlebowych. Muszą one eliminować z diety konwencjonalne wyroby piekarskie^{95,96}. Oferowane obecnie na rynku pieczywo bezglutenowe, ze względu na stosowane w recepturze surowce, znacznie odbiega jakościowo od tradycyjnego pieczywa. Szansą na podniesienie jego jakości organoleptycznej i jednocześnie zdrowotnej jest zastosowanie do produkcji pieczywa z surowców bezglutenowych, odpowiednich kultur starterowych i prowadzenie fermentacji zakwasów. W efekcie można otrzymać produkt o smaku i aromacie zbliżonym do tradycyjnych wyrobów piekarskich, z zachowaniem wszelkich zalet

⁸⁸ Van der Meulen R., Makras L., Verbrugge K., Adriany T., De Vuyst L. 2006. In vitro kinetic analysis of oligofructose consumption by *Bacteroides* and *Bifidobacterium* spp. indicates different degradation mechanisms. *Appl. Environm. Microbiol.* 72:1006-1012.51.

⁸⁹ Vulevic J., Rastall R.A., Gibson G.R. 2004. Developing a quantitative approach for determining the in vitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. *FEMS Microbiology Letters*, 236: 153-159.

⁹⁰ Schrezenmeir J., de Vrese M. 2001. Probiotics, prebiotics, and symbiotics - approaching a definition. *Amer. J. Clinical Nutr.* 73: 361-364.

⁹¹ Tuohy K.M., Probert H.M., Smejkal C.W., Gibson G.R. 2003. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today* 8: 692-700.

⁹² Jandt K.D. 2006. Probing the future in functional soft drinks on the nanometre scale-towards tooth friendly soft drinks. *Trends in Food Science & Technology* 17: 263-271.

⁹³ Isotonic energy drinks and procedure for obtaining it. European Patent EP1399035.

⁹⁴ Kubli M., Scrutton M.J., Seed P.T., Sullivan G.O. 2002. An evaluation of isotonic "sport drinks" during labor. *Anesth. Analg.* 94: 404-408.

⁹⁵ Klincewicz P., Grzymisławski M., Klincewicz B. 2004. Leczenie żywieniowe w celiakii. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 1: 140-150.

⁹⁶ Korfel A. 2005. Celiakia. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 7: 10-11.

zdrowotnych właściwych dla pieczywa na zakwasach^{97,98}.

Podaje się także działania zmierzające do uzyskania mąki o obniżonej immunoreaktywności, która mogłaby znaleźć zastosowanie w produkcji pieczywa hipoaergicznego. Ostatnio publikowane wyniki badań wskazują, że fermentacja mlekowa może być skutecznym sposobem obniżania immunoreaktywności mąki pszennej⁹⁹.

W ostatnim czasie zainteresowanie wzbudza stosowanie słodkich białek, które mogą posłużyć jako niskokaloryczne zamienniki cukru^{100,101}. Białka te występują naturalnie wielu tropikalnych roślinach a obecnie są wytwarzane metodami biotechnologicznymi poprzez ekstrakcję w wektorach bakteryjnych i drożdżowych¹⁰². Ich zastosowanie w dietach specjalnego przeznaczenia, np. w diecie dla diabetyków, wymaga jednak dalszych badań.

- Nutraceutyki i suplementy diety

Nutraceutyki i suplementy diety są to preparaty zawierające duże ilości składników biologicznie czynnych jak polifenole, witaminy, niektóre aminokwasy, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, organiczne formy selenu i inne, mające korzystny wpływ na zdrowie konsumentów, a których podaż z normalną dietą jest niewystarczająca. Obecnie produkowana jest cała gama takich preparatów i opracowywane są technologie produkcji nowych, także z użyciem biotechnologii^{103,104}.

- Innowacyjne technologie przetwarzania i utrwalania żywności

Rozwijane są zarówno technologie już istniejące, jak np. wyjaławianie ciekłych produktów żywnościowych przez mikrofiltrację¹⁰⁵, utrwalanie produktów o konsystencji stałej i ciekłej

⁹⁷ Di Cagno R., De Angelis M., Auricchio S., Greco L., Clarke C., De Vincenzi M., Giovannini C., D'Archivio M., Landolfo F., Parrilli G., Minervini F., Arendt E. Gobbetti M. 2004a. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected *Lactobacilli* is tolerated in celiac sprue patients. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 1088.

⁹⁸ Korfel A. 2005. Celiakia. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 7: 10-11.

⁹⁹ Gobbetti M., Rizzello G.C, Di Cagno R., De Angelis M. 2007. Sourdough lactobacilli and celiac disease. *Food Microbiol.* 24: 187-9607.

¹⁰⁰ Temussi P. 2002. Why are sweet proteins sweet? Interaction of brazzein, monellin and thaumatin with the T1R2-T1R3 receptor. *FEBS Letters* 526: 1-4.

¹⁰¹ Kant R. 2005. Sweet proteins – potential replacement for artificial low calorie sweeteners. *Nutrition J.* 4: 5-8.

¹⁰² Masuda T., Kitabatake N. 2006. Developments in biotechnological production of sweet proteins. *J. Biosci. Bioengin.* 102: 375-389.

¹⁰³ Millen A.E., Dodd K.W., Subar A.F. 2004. Use of vitamin, mineral, nonvitamin, and nonmineral supplements in the United States: The 1987, 1992, and 2000 National Health Interview Survey Results. *J Am Diet Assoc.* 104: 942-950.

¹⁰⁴ Practice paper of the American Dietetic Association: dietary supplements. 2005. *Journal of the American Dietetic Association.* 105: 460-470.

¹⁰⁵ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Żywności, 2002-2005. Badania nad wykorzystaniem ultrafiltracji do produkcji nowego typu sera o dużej przydatności do topienia. SYNABA II.

poprzez irradycję promieniowaniem jonizującym, ultrafioletowym i podczerwonym^{106,107,108}, ogrzewanie mikrofalowe^{109,110}, jak i technologie nowe lub dotychczas mało stosowane, takie jak zastosowanie do przetwarzania i utrwalania żywności pulsującego pola elektrycznego^{111,112}, wysokich ciśnień^{113,114,115}, ultradźwięków¹¹⁶ i pola magnetycznego¹¹⁷.

Opracowywane są nowe technologie poprawiające jakość tradycyjnych produktów żywnościowych poprzez zastosowanie nowych technik i nowych dodatków polepszających teksturę i cechy organoleptyczne^{118,119,120,121,122}.

Potencjalnie duże znaczenie ma technologia mikrokapsulacji niektórych składników odżywczych o dużej aktywności biologicznej, lecz jednocześnie podatnych na degradację pod wpływem czynników środowiskowych^{123,124}. Technika ta pozwala na znaczne przedłużenie ich

-
- ¹⁰⁶ Moy J.H., 2004. Food irradiation - an emerging technology. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹⁰⁷ Lopez-Malo A., Palou E., 2004. Ultraviolet light and food preservation. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹⁰⁸ Pan Z. J., Mchugh T. Novel infrared dry blanching (idb), infrared blanching, and infrared drying technologies for food processing. European patent application, August 13, 2004.
- ¹⁰⁹ Tang J., Wang Y., Chan T.V., 2004. Radio-frequency heating in food processing. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹¹⁰ Fito P., Chiralt A., Martin E.M., 2004. Current state of microwave applications to food processing. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹¹¹ Sánchez-Moreno C., Cano M., de Ancos B., Plaza L., Olmedilla B., Granado F., Elez-Martínez P., Martín-Belloso O., Martín A., 2006. Pulsed electric fields-processed orange juice consumption increases plasma vitamin C and decreases F2-isoprostanes in healthy humans. *J. Nutritional Bioch.* 15: 601-607.
- ¹¹² Pagan R., Condon S., Raso J., 2004. Microbial inactivation by pulsed electric fields. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹¹³ Podolak, R., Solomon, M.B., Patel, J.R., Liu, M. 2006. Effect of hydrodynamic pressure processing on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 7: 28-31.
- ¹¹⁴ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Żywności 2001-2004. Badania nad wykorzystaniem wysokich ciśnień w technologii produkcji polędwicy wieprzowej z obniżoną ilością substancji pekujących. SYNABA II.
- ¹¹⁵ Capellas M., Mmor-mur M., Sendra E., Guamis B., 2001. Effect of high-pressure processing on physico-chemical characteristics of fresh goats' milk cheese (Mato). *Internatonal Dairy J.* 11: 165-173.
- ¹¹⁶ Condon S., Raso J., Pagan R., 2004. Microbial inactivation by ultrasound. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹¹⁷ Barbosa-Canovas G.V., Swanson B.G., San Martin M.F.G., Harte F., 2004. Use of magnetic fields as a nonthermal technology. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), Novel Food Processing Technologies, CRC Press, Madrit.
- ¹¹⁸ Akademia Rolnicza w Lublinie; Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii 2000-2002. Badania procesu żelowania wybranych polisacharydów i białek mleka oraz właściwości otrzymanych produktów. SYNABA II.
- ¹¹⁹ Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie; Wydział Technologii Żywności, 2003-2006. Preparaty białkowe z soi otrzymywane metodą ograniczonej hydrolizy enzymatycznej ekstrudatów. SYNABA II.
- ¹²⁰ Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego, Warszawa, 2003. Technologia usuwania substancji barwnych z olejów spożywczych metodą sorpcji i desorpcji. SYNABA II.
- ¹²¹ Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji. 2002-2004. Badania nad opracowaniem założeń technologicznych produkcji wyrobów z dodatkiem substancji wiążących na bazie wybranych surowców roślinnych. SYNABA II.
- ¹²² Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 2004-2006. Stabilizacja cholesterolu w produktach mięsnych za pomocą hydrolizatów kolagenowych. SYNABA II.
- ¹²³ Desai K.G.H., Park H.J., 2005. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology* 23: 1361 – 1394.
- ¹²⁴ Sukhorukova G., Feryb A., Möhwalld H., 2005. Intelligent micro- and nanocapsules. *Progress in Polymer Science*

trwałości i może znaleźć zastosowanie także w farmacji.

Ponadto rozwijane są technologie ekstrakcji składników czynnych z materiału roślinnego i zwierzęcego w cieczach nadkrytycznych, w szczególności w ciekłym dwutlenku węgla^{125,126}. Technologia taka pozwala na izolację z dużą wydajnością związków o wysokiej czystości i aktywności biologicznej, które znajdują zastosowanie jako dodatki do żywności, a także w farmacji i przemyśle kosmetycznym.

- Technologie pakowania produktów żywnościowych poprawiających ich jakość i wydłużających trwałość

Opakowania nowego typu mają selektywną przepuszczalność, dzięki czemu pozwalają na ułatwienie się niekorzystnych produktów powstających podczas przechowywania przy jednoczesnym ograniczeniu dostępu tlenu. Ponadto mają one zdolność do rejestracji warunków przechowywania i za pomocą barwnych wskaźników ostrzegają o przekroczeniu parametrów, np. dopuszczalnej minimalnej lub maksymalnej temperatury, przekroczenie czasu przechowywania, utraty szczelności opakowania etc.^{127,128}.

- Zrównoważona produkcja żywności

Jakość żywności zależy w ogromnej mierze od jakości surowców. Dlatego systemy kontroli jakości należy wdrażać na każdym etapie produkcji, począwszy od doboru materiału siewnego (czy zarodowego w przypadku zwierząt hodowlanych), poprzez uprawę, zbiór i traktowanie pozbiornicze. Bardzo dużą rolę ma także przechowalność oraz łańcuch dystrybucji, które mają często decydujący wpływ na jakość produktu na talerzu konsumenta. Dotyczy to w szczególności żywności nisko przetworzonej, o ograniczonej trwałości. Z powyższych względów, w produkcji żywności powoli zacieśnia się podział na produkcję pierwotną, czyli rolnictwo i przetwórstwo oraz przemysł spożywczy, i zazwyczaj rozpatruje się cały łańcuch produkcyjny.

Z drugiej strony, ze względu na konieczność ochrony środowiska dąży się do opracowania bezodpadowych metod produkcji żywności, obejmujących kompleksowe wykorzystanie wszystkich produktów ubocznych i tzw. odpadowych. Przykładem takich technologii jest

30: 885-898.

¹²⁵ Shouqin Z., Junjie Z., Changzhen W., 2004. Novel high pressure extraction technology. *Int J Pharm.* 278: 471-4.

¹²⁶ Reglero G., Javier Senorans F., Ibanez E., 2004. Supercritical fluid extraction: an alternative to isolating natural food preservatives. In: Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano M.P. (eds), *Novel Food Processing Technologies*, CRC Press, Madrit.

¹²⁷ López-Rubio A., Almenar E., Hernandez-Muñoz P., Lagarón J.M., R., Gavara R., 2004. Overview of active polymer-based packaging technologies for food applications. *Food Reviews International* 20: 357-387.

¹²⁸ 34. Andrew Mills A., 2005, Oxygen indicators and intelligent inks for packaging food. *Chem. Soc. Rev.* 34: 1003-

produkcja z surowców owocowych, np. róży czy aronii, w jednym cyklu technologicznym moszczów i otrzymywanych z ich udziałem soków, koncentratów soków czy win oraz pozyskiwanie z wycieków preparatów pektynowych, błonnika, barwników i dodatków paszowych; z ziaren - olejków na drodze tłoczenia, a z drożdży odpadowych - preparatów białka paszowego.

Zrównowazona produkcja żywności, obejmująca wszystkie etapy jest jednym z priorytetów Polskiej Platformy Technologicznej Żywności¹²⁹, jak również Europejskiej Platformy Technologicznej „Food for Life”¹³⁰.

- Metody kontroli jakości w przemyśle spożywczym

W przetwórstwie spożywczym sprawą pierwszorzędą jest utrzymanie jakości handlowej i zapewnienie jakości zdrowotnej produktów. Realizowane jest to poprzez sprawowanie odpowiedniego nadzoru produkcyjnego, wdrażanie i utrzymanie systemów jakości, a także monitorowanie drogi produktu od zakupu surowców, poprzez etapy wytwarzania, obrót hurtowy i detaliczny, aż do talerza konsumenta. Zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem (Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia) każdy podmiot działający na rynku spożywczym (operator żywności) ponosi odpowiedzialność za bezpieczeństwo produkowanej i wprowadzanej do obrotu żywności. Wiąże się to z systematycznym prowadzeniem monitoringu higieny produkcji (mikrobiologiczna ocena czystości linii produkcyjnych, półproduktu i wyrobu gotowego) oraz badań jakości handlowej (fizyko-chemiczna ocena półproduktu i wyrobu gotowego), które wykonywane są przez laboratoria wewnętrzne (zakładowe) oraz zewnętrzne (pozaakładowe), reprezentowane przez laboratoria referencyjne, laboratoria inspekcji sanitarnych i laboratoria akredytowane. Wizja roku 2020 to okres ciągłego doskonalenia metod i sprzętu analitycznego w zakresie precyzji, dokładności, łatwości wykonania i zwiększania spektrum analiz wykonywanych przy użyciu specjalistycznych urządzeń.

Badanie bezpieczeństwa żywności

Zagrożenie bezpieczeństwa żywności to każdy czynnik w żywności, który może spowodować, że staje się ona niebezpieczna dla zdrowia i/lub życia konsumenta. Ze względu na rodzaj zagrożeń rozróżnia się zagrożenia chemiczne, fizyczne i mikrobiologiczne.

1011.

¹²⁹ Polska Platforma Technologiczna Żywności – Strategiczna wizja rozwoju sektora. <http://platformazywnosci.pl>.

¹³⁰ European Technology Platform „Food for Life” – The vision for 2020 and beyond. <http://etp.ciaa.be/documents>.

Zagrożenia chemiczne

Zagrożenie chemiczne stanowią wszystkie substancje chemiczne, które wprowadzone do organizmu człowieka mogą wywoływać stany zatrucia chemicznego. Źródłem zagrożeń chemicznych mogą być surowce podstawowe i pomocnicze, materiały opakowaniowe, środki czystości, środki używane do dezynsekcji i deratyzacji, oleje, smary, farby, dodatki do żywności w postaci konserwantów, dodatków odżywczych, barwników i polepszaczy smaku, a także maszyny i urządzenia. Monitoring tych zagrożeń prowadzony jest poprzez wykonywanie następujących badań:

Oznaczanie zawartości metali ciężkich, przede wszystkim kadmu, ołowiu, rtęci i arsenu.

Najczęściej stosowanymi obecnie metodami są spektrometria emisji atomowej-ICP (*Inductively Coupled Plasma*) i spektrometria masowa - ICP¹³¹, spektrometria absorpcji atomowej oraz potencjometria¹³².

Oznaczanie zawartości mikotoksyn

Mikotoksyny są metabolitami grzybów pleśniowych, głównie z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. Mogą tworzyć się w okresie wegetacji roślin uprawnych, zbioru lub nieprawidłowego przechowywania produktów rolno-spożywczych. Pleśnie z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* mogą wytwarzać: aflatoksyny (w ich grupie najbardziej toksyczna jest aflatoksyna B1), ochratoksynę, cytryninę i patulinę. Pleśnie z rodzaju *Fusarium* wytwarzają: trichoteceny (w ich grupie najważniejszymi są deoksyniwalenol (DON), toksyna T2 i niwalenol), zearalenon, fumonizyny. Mikotoksyny mogą występować w wielu produktach rolno-spożywczych, takich jak zboża i ich przetwory, orzechy, przyprawy, kawa, kakao, herbata, owoce suszone, piwo, wino, mleko. Oznaczane są głównie z pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Przełomem w analityce okazało się zastosowanie kolumnienek powinowactwa immunologicznego do izolacji mikotoksyn z żywności i innych surowców pochodzenia roślinnego. Metoda chromatografii powinowactwa immunologicznego z detekcją fluorymetryczną jest obecnie oficjalnie uznana przez Stowarzyszenie Chemików Rolnych (ang. *Association of Official Agricultural Chemists -AOAC*)¹³³.

¹³¹ Falandysz J., Szymczyk K., Ichihashi H., Bielawski L., Gucia M., Frankowska A., Yamasaki S.I. 2001. ICP/MS and ICP/AES elemental analysis (38 elements) of edible wild mushrooms growing in Poland. *Food Additives & Contaminants* 6: 503 – 513.

¹³² Locatelli C, Torsi G. 2001. Heavy metal determination in aquatic species for food purposes. *Ann Chim.* 91: 65-72.

¹³³ <http://www.aoac.org>.

Oznaczanie zawartości pestycydów, polichlorowanych bifenyli (PCBs), i dioksyn

Badania pozostałości pestycydów obejmuje w chwili obecnej ok. 400 związków (substancji aktywnych). Zaleconymi metodami analizy są chromatografia z detektorami wychwytu elektronów i spektrometrami mas (GC-ECD, GC-MS) oraz chromatografia cieczowa z detektorami w postaci spektrometrów UV i spektrometrów mas (HPLC-DAD-UV, HPLC-MS).

Polichlorowane bifenyli (PCB) i dioksyny są grupą związków stanowiących zanieczyszczenia przypadkowe. Ich wykrywanie i oznaczanie ilościowe wymaga zastosowania metod odznaczających się wyjątkowo wysoką czułością. Badania PCB mogą dotyczyć grupy wybranych 7 związków (kongenerów) oznaczonych numerami: 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180. Jest to badanie przeprowadzane techniką GC-ECD. Inna grupa PCB to kongenery koplanarne o numerach 77, 114, 126, 156, 157 i 169, zbliżone właściwościami do dioksyn i razem z nimi badane w żywności przy zastosowaniu techniki GC-MS).

Dopuszczalna zawartość metali ciężkich, mikotoksyn i pestycydów jest określona Rozporządzeniem Komisji Europejskiej (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006r. Dopuszczalna zawartość dioksyn i polichlorowanych bifenyli (PCBs) w żywności określona jest w Rozporządzeniu Komisji Europejskiej nr 199/2006 z dnia 3 lutego 2006r.

Badanie obecności antybiotyków i pozostałości leków weterynaryjnych

Produkty żywnościowe mogą zawierać niedozwolone (lub dozwolone w ograniczonych ilościach) pozostałości antybiotyków i innych leków weterynaryjnych, określonych w Rozporządzeniu Komisji Europejskiej z dnia 26 czerwca 1990 roku określającym procedurę Wspólnoty dla ustalenia maksymalnych limitów pozostałości weterynaryjnych produktów medycznych w żywności zwierzęcego pochodzenia. Do najczęściej badanych produktów należą mleko i jego przetwory, mięso i przetwory, a także jaja i miód. W odniesieniu do mleka powszechnie stosowanymi metodami badania obecności antybiotyków i substancji hamujących są testy: DELVOTEST SP, beta STAR, Charm II i in¹³⁴.

Badanie obecności alergenów

Przepisy prawne nakładają na producentów obowiązek informowania o obecności składników alergennych w produktach żywnościowych. Aktem prawnym UE, który zawiera wymagania dotyczące oznaczania (znakowania) żywności jest dyrektywa 2000/13/WE w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich w zakresie etykietowania, prezentacji i

¹³⁴ Association of Official Agricultural Chemists: Antibiotic and Veterinary Drug Residues Test Kits.
<http://www.aoac.org/testkits>.

reklamy środków spożywczych. W Polsce przyjęto metodę wprowadzania do prawa krajowego przepisów unijnych z dziedziny znakowania żywności poprzez jeden zbiorczy akt prawny. Jest nim Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie znakowania środków spożywczych i dozwolonych substancji dodatkowych (DzU nr 220 z 2002 r., poz. 1856), które weszło w życie 1 stycznia 2003 r.

Do produktów stanowiących największe zagrożenie alergenne należą: mleko, jaja, owoce, rośliny strączkowe, orzechy i zboża. Składnikami żywności bezpośrednio odpowiedzialnymi za reakcje alergiczne są głównie niektóre białka, ale niekiedy również takie substancje jak dwutlenek siarki SO₂ i cukier mleczny (laktoza). Do wykrywania i ilościowego oznaczania większości alergennych białek - jeśli badany alergen jest znany i produkt tylko w niewielkim stopniu przetworzony - stosuje się metody immunologiczne (np. ELISA). Do oznaczania SO₂ i laktozy stosuje się tradycyjne metody chemiczne. W innych przypadkach zaleca się stosować metody amplifikacji DNA w łańcuchowej reakcji polimerazy (ang. *Polymerase Chain Reaction* - PCR), pozwalającej na wykrywanie DNA gatunku i identyfikacji składnika alergennego poprzez jego strukturę genetyczną.

Wykrywanie zafałszowań.

Dla niektórych produktów opracowano metody wykrywania najczęściej występujących zafałszowań. Metody te zawarte są w regulacji UE, tj. Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 213/2001 z dnia 9 stycznia 2001 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania rozporządzenia Rady (WE) nr 1255/1999 w odniesieniu do metod analizy oraz oceny jakości mleka i przetworów mlecznych i zmieniające rozporządzenia (WE) nr 2771/1999 i (WE) nr 2799/1999, które podają procedury wykrywania w mleku i przetworach mlecznych obecności serwatki, maślanki, skrobi, a także tłuszczów obcych. Ten ostatni przypadek ma zastosowanie głównie do wykrywania tłuszczów obcych w maśle. Metoda oparta jest na chromatografii gazowej triacylogliceroli. Ustalanie zawartości procentowej tłuszczu mlecznego dodawanego do różnych produktów, obok innych tłuszczów, oparte jest na oznaczaniu kwasu masłowego.

Badanie w celu wykrycia dodatku GMO.

Obowiązek podawania na etykiecie informacji o zawartości w żywności i paszach substancji genetycznie modyfikowanych dotyczy produktów rolno-spożywczych zawierających w swym składzie powyżej 0,9 % tych substancji. Wykrywanie organizmów modyfikowanych genetycznie i produktów pochodnych prowadzone jest metodą ilościową opartą na detekcji kwasów nukleinowych (PCR).

Badania w celu wykrycia napromieniowania i radioaktywności.

Dla przedłużenia trwałości niektóre produkty żywnościowe mogą być poddawane działaniu promieniowania jonizującego. Napromienianie prowadzi do eliminacji lub redukcji drobnoustrojów chorobotwórczych, a także organizmów powodujących psucie się i rozkład produktów. Dla ilościowych pomiarów dawki pochłoniętej stosuje się techniki dozymetrii odpowiednie do zastosowanych źródeł promieniowania jonizującego. Warunki napromieniania określają odpowiednie przepisy prawne (Dz.U. nr171, poz.1225). Innym badaniem jest oznaczanie radioaktywności powstałej w wyniku skażenia promieniotwórczego surowców lub gotowych produktów. Najczęściej bada się radioaktywność pochodzącą od sumy izomerów cezu 134 i 137, rzadziej izomerów strontu, jodu, plutonu i ameryku.

Zagrożenia fizyczne

Zagrożenie fizyczne stanowią wszystkie substancje obce i materiały, które normalnie nie występują w żywności, a które mogą spowodować fizyczne uszkodzenie ciała człowieka, np. jamy ustnej. Zagrożenia fizyczne, podobnie jak zagrożenia chemiczne, monitorowane są poprzez wdrożone i przestrzegane systemy jakości.

Zagrożenia mikrobiologiczne

Zakażenia mikrobiologiczne mogą być wywołane drobnoustrojami patogennymi, takimi jak: grzyby, pierwotniaki, wirusy, bakterie oraz organizmy bakteriopodobne. Źródłem zagrożeń może być człowiek, w wyniku niezachowania zasad higieny żywności w łańcuchu żywnościowym, szkodniki: ptaki, gryzonie i owady, jak również mogą one pochodzić z surowców użytych do produkcji żywności. Zakażenia mikrobiologiczne mogą wpływać na zdrowie i życie człowieka w sposób bezpośredni poprzez infekcję lub pośredni poprzez wytwarzane przez nie toksyny. Do najważniejszych zagrożeń mikrobiologicznych należą:

Przemysł mleczarski:

- bakterie: *Salmonella* (*S. typhi*, *S. paratyphi*, *S. enteritidis* i *S. typhimurium*), *Staphylococcus* (*S. aureus*), *Shigella*, *Listeria* (*L. monocytogenes*), *Yersinia*, *Campylobacter* (*C. jejuni*), *Escherichia* (*E. coli*).
- enterowirusy: *Echo*, *Poliomyelitis*, wirus zapalenia wątroby typu A (WZW).

Przemysł piekarniczy:

- bakterie: *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*.
- pleśnie i drożdże: *Aspergillus*, *Penicillium*.

- szkodniki zbożowo-mączne i ich pozostałości: rozkruszek mączny, rozkruszek szczeciniasty, wołek zbożowy, żywiak chlebowiec, trojszyk ulec, mącznik młynarek, mklik mączny, mól ziarniak.

Przemysł piwowarski:

- bakterie kwasu mlekowego homofermentatywne i heterofermentatywne,
- bakterie pseudomlekowe,
- bakterie kwasu octowego,
- bakterie kwasu mlekowego,
- dzikie drożdże: *Saccharomycetaceae*, *Candida*, *Torulopsis* i *Klockera apikulata*.

Przemysł drobiarski:

- nieprzetwarzająca mikroflora chorobotwórcza: *Salmonella*, *Camylobacter*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*,
- przetrwalnikująca mikroflora z rodzaju *Clostridium* (*C. perfringens*).

Efekty obecności mikroorganizmów mogą mieć katastrofalny wpływ na bezpieczeństwo produktu, jego jakość i trwałość. Lekceważenie drobnoustrojów ze względu na ich "mikro" charakter jest odczuwalne w skali "makro", szczególnie w zakresie kosztów zwrotów produktów, utraty dobrego wizerunku firmy, spadku obrotów i zysków. Badania mikrobiologiczne są podstawowym narzędziem do kontroli i oceny bezpieczeństwa oraz jakości produktów żywnościowych.

Obecnie stosowane metody w analizie mikrobiologicznej żywności obejmują¹³⁵:

- Metody instrumentalne: nefelometryczne, bioluminescencyjne, kolorymetryczne i impedancyjne.
- Zastosowanie gotowych podłoży mikrobiologicznych.
- Zastosowanie szybkich metod i testów immunoenzymatycznych w mikrobiologicznych badaniach żywności.
- Zastosowanie klasycznych metod i podłoży hodowlanych stosowanych zgodnie z metodyką zawartą w normach PN-EN ISO.

Z uwagi na potencjalną szkodliwość, jest rzeczą niezwykle ważną, aby patogeny były jak najszybciej wykryte i usunięte z żywności. Obecnie stosowane metody testów skupiają się bardziej na produkcie końcowym niż na całym łańcuchu żywnościowym. Z tego względu Komisja Europejska finansuje szereg badań mających na celu integrację metod wykrywania szkodliwych infekcji i ochrony przez nimi. Należy do nich projekt „PathogenCombat”¹³⁶

¹³⁵ Warmińska-Radyko I. Łaniewska-Trokenheim Ł. 2003. Nowe metody badań mikrobiologicznych w przemyśle spożywczym. Oficyna Wydawnicza HOŻA, Warszawa. ISBN: 83-85038-85-X.

¹³⁶ <http://www.pathogencombat.com>.

25 partnerów z 16 krajów, którego celem jest rozwój nowych metod molekularnych służących wykrywaniu i scharakteryzowaniu patogenów w całym łańcuchu żywnościowym.

Badanie żywności pod względem jakości handlowej

Realizacja badań monitoringowych żywności w celu zagwarantowania deklarowanej ilości i jakości składu odbywa się w oparciu o badania fizyko-chemiczne i biochemiczne. Należą do nich:

Badanie zawartości składników podstawowych w artykułach rolno-spożywczych.

W praktyce laboratoryjnej do analiz tłuszczu, białka, wody, suchej masy, laktozy, soli, błonnika, wolnych kwasów tłuszczowych i in. stosuje się wyspecjalizowane analizatory składu chemicznego oparte o metody spektrometrii w zakresie podczerwieni. Przykładem takich urządzeń są: Bentley 150 firmy BENTLEY INSTRUMENTS, FoodScan firmy FOOS, MilkoScan FT 120 firmy FOSS, Meat MasterTM Grupy ST Merryn Food i in. Do oznaczania składników żywności takich jak witaminy, polifenole, makro- i mikroelementy najczęściej stosowanymi technikami badawczymi są: wysokosprawna chromatografia cieczowa oraz spektrometria emisji atomowej ICP (ang. *Inductively Coupled Plasma*).

Jakościowa i ilościowa analiza składników dodanych.

Ze względu na coraz bogatszą ofertę produktów spożywczych produkowanych w oparciu o nowoczesne technologie, wykorzystujące nowe komponenty, tj. dozwolone substancje dodatkowe lub substancje pomagające w przetwarzaniu, technika analiz biochemicznych rozwija się, rozszerzając zakres badawczy urządzeń o nową gamę parametrów oraz zwiększa częstotliwość analiz. Substancje te, same w sobie, nie są środkami spożywczymi. Stosowane przy produkcji żywności stają się jej składnikami, a więc są spożywane przez ludzi. Są one stosowane w celu nadania żywności określonych cech organoleptycznych, tj. barwy, aromatu i konsystencji, przedłużenia trwałości, zmniejszenia kaloryczności itp. Zawartość składników dodanych reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu.

Biorąc pod uwagę rosnące zapotrzebowania rynkowe i wzrost konkurencji, Unia Europejska dąży do zaostrzenia nadzoru produkowanej żywności. Program opracowany przez Europejską Platformę Technologii Żywności „Food for Life” zawarty w publikacji „The vision for 2020 and

Beyond”¹³⁷ zakłada, że do 2020r. i w kolejnych latach nastąpi znaczący rozwój ekonomii regionalnej w poszczególnych obszarach państw Unii Europejskiej oparty m.in. na wykorzystaniu różnorodności kulturowych obywateli UE, tradycji, przyzwyczajęń żywieniowych i zasobności obywateli. Cele te będą mogły być realizowane poprzez wzrost świadomości społeczeństwa, popartej umiejętnością dokonywania wyboru wśród różnorodności stosowanych diet żywieniowych, zastosowaniem regularności spożywania posiłków, wyborem miejsc wspólnej lub indywidualnej konsumpcji, a przede wszystkim sposobem przygotowania jedzenia, począwszy od wyboru rodzaju składników potraw do sposobu spożywania, czyli „na surowo” lub „po ugotowaniu”. Żywność, bez względu na technologię przygotowania, musi być bezpieczna. Procesy produkcji żywności oprócz kontroli off-line, czyli badania wyrobu gotowego-finalnego będą musiały wykorzystać w przyszłości szybkie metod analityczne „on-line” pozwalające na określenie właściwości surowców przed użyciem ich do produkcji oraz kontrolę etapów procesów w ciągu produkcyjnym.

W zakresie nadzoru parametrów fizyko-chemicznych półproduktów i produktów gotowych rozwiązania techniczne są już dostępne i stosowane. Jednakże ciągle pojawiają się nowe zagrożenia – nowe gatunki czy szczepy drobnoustrojów chorobotwórczych, nowe toksyny pochodzenia roślinnego czy mikrobiologicznego czy też nowe związki chemiczne. Wymusza to opracowywanie nowych, bardziej precyzyjnych i szybszych metod analiz, odpowiadających rosnącym oczekiwaniom konsumentów, zapotrzebowaniu na wzrost automatyzacji pracy i wzrastającym wymogom prawnym.

W przypadku rozwiązań w dziedzinie badań mikrobiologicznych nadal trwają prace nad efektywnymi i szybkimi metodami wykrycia potencjalnych zakażeń mikrobiologicznych żywności. Analizy mikrobiologiczne produktów spożywczych są z reguły długotrwałe, kosztowne i nie zawsze w pełni efektywne. Od wielu lat prowadzone są prace nad poprawą wiarygodności stosowanych metod oraz skróceniem czasu analizy. Efektywność szybkich testów diagnostycznych musi być porównywalna z metodami klasycznymi. W przyszłości dużą szansę powodzenia w wykrywalności patogenów będzie miała metodyka oparta na izolacji bakterii metodą separacji immunomagnetycznej (IMS)¹³⁸. Metoda ta pozwala na skrócenie czasu wstępnego namnażania bakterii z 48 do 18 godzin. Drugi etap to identyfikacja gatunku prowadzona z wykorzystaniem przeciwciał mono- lub poliklonalnych, które zastępują standardowe pożywki różnicujące. Metoda ta jest tak samo czuła jak hodowla metodą klasyczną

¹³⁷ European Technology Platform „Ford for Life” – The vision for 2020 and beyond.
<http://etp.ciaa.be/documents/BAT%20Brochure%20ETP.pdf>.

¹³⁸ Różalska B. Dla naszego zdrowia. Szybka i skuteczna metoda identyfikacji bakterii *Listeria monocytogenes* w żywności. 83. <http://kbn.icm.edu.pl/pub/kbn/eureka/0112/67b.html>.

lecz pozwala na otrzymanie wyniku nie tylko w krótkim czasie, ale co ważniejsze, identyfikacja bakterii nie wymaga stosowania dodatkowych testów. Rozwijane są ponadto metody wykrywania skażeń mikrobiologicznych poprzez analizę kwasów nukleinowych techniką mikromacierzy¹³⁹, ustalanie miejsca pochodzenia żywności poprzez analizę stabilnych izotopów¹⁴⁰ czy też wykrywania porażenie szkodnikami w ziarnach zbóż metodami spektroskopii rentgenowskiej¹⁴¹. Duże nadzieje wiązane są także z użyciem biosensorów w analizie żywności. Ich spektrum działania jest bardzo szerokie; potencjalnie mogą posłużyć do wykrywania i oznaczania ilościowego tak zróżnicowanych skażeń żywności jak mikroorganizmy, mikotoksyny, pestycydy czy metale ciężkie¹⁴². Ich zaletą jest wysoka czułość, szybkość oznaczania i niska cena¹⁴³.

Aby mieć pewność, że przedsiębiorstwo panuje nad bezpieczeństwem produkowanej żywności, konieczne staje się zastosowanie narzędzi gwarantujących przestrzeganie procedur zarówno w czasie produkcji, jak i dystrybucji. Narzędziem takim jest system HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*, tłumaczony jako: Analiza Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli), uznawany obecnie za najskuteczniejszy sposób monitoringu zagrożeń. Od chwili przystąpienia Polski do Unii Europejskiej wszystkie firmy branży spożywczej zobowiązane są wdrożyć i stosować zasady systemu HACCP. W ustawodawstwie Unii Europejskiej obowiązek ten narzuca Rozporządzenie (WE) Nr 852/2004 Parlamentu europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych, a w Polsce Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U, nr 171, poz.1225). Przed wprowadzeniem w zakładzie systemu HACCP należy wdrożyć zasady systemów stanowiących podstawy do wdrażania systemu HACCP (Dz.U. nr 171. poz. 1225). Są to:

- GMP - (*Good Manufacturing Practice*), Dobra Praktyka Produkcyjna,
- GHP - (*Good Hygiene Practice*), Dobra Praktyka Higieniczna.

Obydwa systemy dotyczą stworzenia i przestrzegania odpowiednich warunków higieniczno-strukturalnych do produkcji bezpiecznej żywności w następujących obszarach: otoczenie zakładu; budynki i pomieszczenia zakładu; dostawa i jakość używanej do produkcji wody; higiena personelu; higiena osób wizytujących zakład produkcyjny; higiena sprzętu, urządzeń i

¹³⁹ Liu-Straton L., Liu-Stratton Y, Roy S, Sen C.K., 2004. Microarray technology in nutraceutical and food safety. *Toxicology Letters* 150: 29-42.

¹⁴⁰ Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, 2005. Skład izotopów stabilnych narzędziem kontroli jakości i pochodzenia mleka i produktów mleczarskich. SYNABA II.

¹⁴¹ Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, 2002-2003. Rentgenograficzna metoda wczesnego diagnozowania stopnia porażenia ziarna zbóż wołkiem zbożowym. SYNABA II.

pomieszczeń produkcyjnych; wymagania strukturalne i higieniczne pomieszczeń socjalnych i sanitarnych; postępowanie z surowcami i materiałami; przechowywanie i magazynowanie surowca, materiałów i wyrobów gotowych; transport i dystrybucja; profilaktyka i zwalczanie szkodników; zapobieganie zagrożeniom wynikającym z obecności szkła, plastiku, drewna i in. czynników.

Równoległe z systemem HACCP i towarzyszącym mu GMP i GHP, pojawiły się systemy jakości BRC i IFS, opracowane dla potrzeb zarówno producentów żywności oraz dla sieci handlowych.

IFS (*International Food Standard*) to jednolity, międzynarodowy standard bezpieczeństwa opracowany dla wszystkich producentów żywności i uczestników łańcucha żywnościowego. W szczególności obowiązuje handlowców detalicznych, dostarczających pod własną marką żywność do hipermarketów. IFS jest najważniejszym standardem dla dostawców dużych sieci handlowych. Obecnie uznawany jest na całym świecie przez 65 proc. podmiotów zajmujących się handlem żywnością.

BRC (*British Retail Consortium*) opublikowało wersję rozpoznawalnego na całym świecie BRC Global Standard Food, który obowiązuje od 1 lipca 2005 r. i składa się z:

- systemu HACCP,
- systemu zarządzania jakością (ISO 9001:2000),
- wymagań dotyczących zakładu i jego otoczenia,
- wymagań dotyczących sposobu nadzorowania procesów, produktów i zachowań personelu.

Standard BRC obejmuje swoim zakresem wszystkie obszary bezpieczeństwa i legalności produktu. Stosują go przede wszystkim dostawcy żywności, którzy dostarczają swoje produkty do sieci detalicznych. BRC Global Standard Food stosowany jest obecnie w 23 krajach na 4 kontynentach.

Systemy jakości chronią interesy nie tylko konsumenta żywności, ale także producenta, przetwórcy i wprowadzającego do obrotu handlowego, gdyż pozwalają dowieść, iż wykonywane działania związane z produkcją, przetwórstwem i dystrybucją są zgodne z wymaganiami UE.

Bezpieczna żywność oznacza, że jest ona wolna od substancji ją zanieczyszczających. Pomimo jednak funkcjonowania systemów kontroli, czasem nie udaje się ich wykryć. Oznacza to, iż coraz ważniejsze staje się zagwarantowanie, że w przypadku wystąpienia zagrożenia zostanie ono szybko zidentyfikowane, a produkt skutecznie wycofany z rynku dzięki systemowi zapewnienia efektywnej możliwości śledzenia drogi dystrybucji (*traceability*). Rozwijane są

¹⁴² Mello L.D.; Kubota L.T. 2002. Review of the use of biosensors as analytical tools in the food and drink industries. *Food Chemistry* 77: 237-256.

¹⁴³ Alocilja E.C., Radke S.M. 2003. Market analysis of biosensors for food safety. *Biosens Bioelectron.* 18: 841-846.

obecnie kompleksowe metody pozwalające na śledzenie drogi produktu oparte na radiowych identyfikatorach wykorzystujących technologię RFID (Radio Frequency IDentification – identyfikacja z pomocą częstotliwości fal radiowych) i Internet¹⁴⁴. Przykładem zastosowania tego systemu jest Electronic Product CodeTM – EPC (Elektroniczny Kod Produktu), czyli indywidualny identyfikator elektroniczny dzięki któremu można odnaleźć w łańcuchu dostaw pojedynczą sztukę towaru. EPC jest obecnie komercjalizowany i wdrażany w skali globalnej przez EPCglobal¹⁴⁵. Należy przypuszczać, że w okresie kilkunastu lat posiadanie przez operatorów żywności systemów umożliwiających śledzenia ruchu towarów w łańcuchu dostaw w czasie rzeczywistym będzie obowiązkiem. Nowe technologie wymuszą stworzenie systemów zintegrowanej infrastruktury, umożliwiającej śledzenie żywności nie tylko w całej Unii Europejskiej, ale na skalę światową, która połączy możliwości istniejących systemów wewnątrzpaństwowych.

Bardzo ważnym elementem programu kontroli jakości żywności jest system wczesnego ostrzeżenia o zagrożeniu RASFF (ang. *Rapid Alert System for Food and Feed*)¹⁴⁶. Obowiązek jego stosowania wprowadziło Rozporządzenie Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych oraz Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U, nr 171. poz.1225). Zasada działania systemu polega na szybkim informowaniu krajowego punktu kontaktowego, mającego łączność z centralnym punktem kontaktowym, o niebezpiecznym produkcie żywnościowym wykrytym przez terenowe organy urzędowej kontroli żywności (szczebla wojewódzkiego, powiatowego oraz punkty graniczne) nadzorowane przez Ministra Zdrowia (PIS), Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (PIW, IORiN, IJHAR-S), terenowe organy Inspekcji Handlowej, lub jednostki naukowo-badawcze zaangażowane w proces oceny ryzyka w ramach Systemu. Umieszczenie powiadomienia w bazie powoduje jednoczesne rozesłanie informacji do wszystkich członków sieci. W Systemie RASFF obligatoryjnie biorą udział wszyscy członkowie Unii Europejskiej a także na zasadzie dobrowolności państwa Europejskiego Obszaru Gospodarczego (Norwegia, Lichtenstein i Islandia). System dostępny jest także dla krajów trzecich organizacji międzynarodowych po podpisaniu umów o wzajemności i poufności (zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej 178/2002). Celem systemu jest wymiana informacji o pojawieniu się produktów zagrażających zdrowiu konsumentów¹⁴⁷.

¹⁴⁴ Sarma, S. Brock, D. Engels, D.2001. Radio frequency identification and the electronic product code. *Micro, IEEE* 6: 50-54.

¹⁴⁵ <http://www.epcglobalinc.org>

¹⁴⁶ http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm

¹⁴⁷ The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). Annual Report 2005. Health & Consumer Protection. http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/report2005_en.pdf.

4.2. Biotechnologia

Biotechnologia jest bardzo obszernym pojęciem i obejmuje technologie i procesy prowadzone z wykorzystaniem organizmów żywych lub wytworzonych na ich bazie produktów/narzędzi, które znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, przemysłu i usług. Zgodnie z ogólnie przyjętą klasyfikacją można umownie podzielić ją na biotechnologię białą, związaną z produkcją przemysłową i ochroną środowiska, biotechnologię zieloną, obejmującą zastosowania w rolnictwie i związaną z całokształtem działalności określanej jako agrobiologia oraz biotechnologię czerwoną, obejmującą zastosowania w medycynie i farmacji, czyli w szeroko pojętej ochronie zdrowia. Jest to jednak podział nieostry, ponieważ poszczególne technologie biotechnologiczne mogą znaleźć zastosowanie w wielu różnych branżach przemysłu.

W zastosowaniach praktycznych biotechnologia wymaga odpowiedniej infrastruktury, lecz przede wszystkim obszernej wiedzy obejmującej znajomość zasad i podstaw genomiki, proteomiki, inżynierii procesowej, odpowiednich technologii, w tym nanotechnologii, i w związku z tym powinna być rozpatrywana jako całość wraz z naukami pokrewnymi, takimi jak: biochemia, mikrobiologia, biofizyka, biologia molekularna, chemia bioorganiczna, itp. Dla potrzeb niniejszej analizy pogrupowano procesy i technologie z punktu widzenia ich potencjalnych zastosowań w przemyśle regionu, bez uwzględniania wyżej wspomnianych podziałów.

Biotechnologia należy do najszybciej rozwijających się dziedzin nauki i technologii, o czym świadczy liczba oryginalnych prac badawczych i badawczo-rozwojowych o takiej tematyce publikowanych corocznie w świecie. We wszystkich analizowanych bazach danych literaturowych na hasło „biotechnology” uzyskiwano od 10 do 100 tys. streszczeń prac opublikowanych tylko w okresie ostatnich 5 lat, co stanowiło największą liczbę ze wszystkich badanych dziedzin przemysłu. Znacznie uboższa natomiast była reprezentacja tematyki biotechnologicznej w polskiej bazie prac badawczych SYNABA. Na hasła „biotechnologia, „inżynieria genetyczna” i „biologia molekularna” uzyskano nieco poniżej 200 „trafień”, przy czym tylko 70 projektów dotyczyło w ścisłym znaczeniu biotechnologii. Po szczegółowej analizie, tematykę tą pogrupowano następująco:

- Wykorzystanie mikroorganizmów i preparatów enzymatycznych pochodzenia mikrobiologicznego, roślinnego i zwierzęcego do produkcji produktów żywnościowych i dodatków do żywności.

Wyselekcjonowane i/lub modyfikowane genetycznie mikroorganizmy i rośliny wyższe wykorzystywane są do produkcji związków biologicznie czynnych^{148,149,150,151,152,153} oraz innych

¹⁴⁸ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Wykorzystanie biotransformacji w syntezie zapachowych dodatków do żywności. SYNABA II.

dotyków do żywności^{154,155,156,157} poprawiających teksturę, smak, zapach oraz wartość dietetyczną i prozdrowotną, jak i pozwalających na wyeliminowanie chemicznie syntetyzowanych dodatków. Ponadto mikroorganizmy i rośliny służą jako źródło enzymów wykorzystywanych w technologii żywności^{158,159,160,161,162}.

W ostatnim czasie zainteresowanie wzbudzają tzw. słodkie białka (taumatyna, monelina, mabinlina, brazzeina) wykryte w wielu roślinach tropikalnych, które oddziałując na receptory smaku wywołują wrażenie słodczy¹⁶³. Białka te mogą znaleźć zastosowanie jako niskokaloryczne zamienniki cukru, ponieważ ich „słodczy” na jednostkę masy jest ponad tysiącrotnie wyższa niż sacharozy, jednak ze względu na stosunkowo niskie stężenia w tkance roślinnej i kłopotliwą izolację, ich produkcja metodą tradycyjną jest kosztowna. Dzięki metodom inżynierii genetycznej białka te można obecnie produkować w dużych ilościach w modyfikowanych genetycznie pleśniach, drożdżach^{164,165,166} i bakteriach¹⁶⁷.

¹⁴⁹ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2003. Zastosowanie układu enzymatycznego warzyw korzeniowych do asymetrycznej syntezy wybranych dodatków do żywności i leków. SYNABA II.

¹⁵⁰ Politechnika Łódzka Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, 2001-2002. Enzymatyczna synteza oligosacharydów o działaniu prebiotycznym. SYNABA II.

¹⁵¹ Cheetham P.S.J., 2003. Bioprocesses for the manufacture of ingredients for foods and cosmetics. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 86: 83-158.

¹⁵² Method of producing polyunsaturated fatty acids with yeasts through the incorporation of olefinic or acetylenic substrates. European Patent EP1557471.

¹⁵³ Botella P., Rodríguez M., 2006. Carotenoid biotechnology in plants for nutritionally improved foods. *Physiologia Plantarum* 126: 369-373.

¹⁵⁴ Park Y.-C., Kim S.-G., Park K., Lee K.H., Seo J.-H., 2004. Fed-batch production of d-ribose from sugar mixtures by transketolase-deficient *Bacillus subtilis* SPK1. *Applied Genetics and Molecular Biotechnology* 66: 297-302.

¹⁵⁵ Shih I.-L., Yu Y.-T., 2005. Simultaneous and selective production of levan and poly(γ -glutamic acid) by *Bacillus subtilis*. *Biotechnology Letters* 27: 103-106.

¹⁵⁶ Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, 2004-2006. Otrzymanie lizostafiny oraz lizostafiny połączonej z diwercyną w drożdżowych układach ekspresyjnych. Możliwość wykorzystania otrzymywanych białek rekombinantowych do poprawy mikrobiologicznej jakości produktów żywnościowych. SYNABA II.

¹⁵⁷ Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, Warszawa, 2000-. Rośliny transgeniczne jako źródło ureazy z *Helicobacter pylori* i ich potencjalne zastosowanie biotechnologiczne. SYNABA II.

¹⁵⁸ Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 1999. Produkcja diwercyny przez bakterie *Carnobacterium divergens* AS7. SYNABA II.

¹⁵⁹ Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, 2002. Produkcja zewnątrzkomórkowych enzymów przez mutanty *Trichoderma reesei* na serwatce i ich zastosowanie w wybranych procesach biotechnologicznych. SYNABA II.

¹⁶⁰ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Charakterystyka uzdolnień hydrolitycznych szczepów drożdży wydzielonych z serów pleśniowych. SYNABA II.

¹⁶¹ Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, 2000-2002. Biotechnologiczna produkcja i oczyszczanie termostabilnych proteaz serynowych aqualizyny I i pyrolizyny. SYNABA II.

¹⁶² Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, 2002. Lipazy grzybowe *Mucor circinelloides* i *Mucor racemosus*: Otrzymywanie i katalityczne właściwości. SYNABA II.

¹⁶³ Nelson G., Hoon M J., Chandrashekar Y., Zhang Ryba N., Zuker C., 2003. Mammalian sweet taste receptors. *Cell* 106: 381-390.

¹⁶⁴ Masuda T., Kitabatake N. 2006. Developments in biotechnological production of sweet proteins. Review. *J Biosci. Bioengin.* 102: 375-389

¹⁶⁵ Moralejo F.J., Cardoza R.E., Gutierrez S., Lombrana M., Fierro F., Martín J.F. 2002. Silencing of the spergillopepsin B (pepB) gene of *Aspergillus awamori* by antisense RNA expression or protease removal by gene disruption results in a large increase in thaumatin production. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 3550-3559.

- Produkcja szczepionek (białek antygenowych), surowic, hormonów białek i innych związków biologicznie czynnych poprzez ich nadekspresję w wektorach bakteryjnych, drożdżowych, roślinnych i zwierzęcych.

Obecnie metody inżynierii molekularnej pozwalają na produkcję dużych ilości białek znajdujących zastosowanie w leczeniu wielu chorób: nowotworowych, genetycznych, neurologicznych, układu krwionośnego, autoimmunologicznych, alergii i infekcji wirusowych oraz bakteryjnych. Niewielkie zmiany w cząsteczkach naturalnych białek w wyniku zamierzonej rekombinacji DNA, zmieniające ich funkcje biologiczne, przyczyniły się do opracowania wielu nowych leków.

Z wykorzystaniem technologii rekombinowanego DNA produkuje się enzymy, biologicznie czynne białka (interferony, czynniki krzepnięcia, interleukiny), antybiotyki (penicylinę, streptomycynę), hormony (insulinę, somatotropinę, somatostatynę, czynniki wzrostu). Preparaty te są identyczne pod względem budowy ze związkami ludzkimi i z tego względu dają lepsze efekty terapeutyczne a także lepiej tolerowane przez pacjentów niż preparaty uzyskiwane z tkanek zwierzęcych^{168,169}.

W leczeniu substytucyjnym hemofilii rekombinowane czynniki krzepnięcia¹⁷⁰ krwi mogą zastępować koncentraty czynników krzepnięcia wytwarzane z ludzkiego osocza, pobieranego od wielu dawców^{171,172}. Jednak ze względu na wysokie koszty wytwarzania rekombinowanych czynników, jak i ograniczone możliwości produkcyjne firm farmaceutycznych tylko w niektórych krajach na świecie (Kanada, Irlandia) wszyscy chorzy na hemofilię otrzymują rekombinowane czynniki. W Polsce rekombinowanych czynników krzepnięcia krwi wciąż się nie stosuje.

Produkcja szczepionek poprzez ekspresję białek antygenowych w różnych wektorach powoli staje się standardem w farmacji^{173,174}. Ponieważ szczepionki takie zawierają tylko

¹⁶⁶ Lombrana M., Moralejo F.J., Pinto R., Martín J.F. 2004. Modulation of *Aspergillus awamori* thaumatin secretion by modification of bipA gene expression. Appl. Environ. Microbiol. 70: 5145–5152.

¹⁶⁷ Chen Z., Cai H., Lu F., Du L. 2005. High-level expression of a synthetic gene encoding a sweet protein, monellin, in *Escherichia coli*. Biotechnol. Lett. 27: 1745-1749.

¹⁶⁸ Ratner R.E., Hirsch I.B., Neifing J.L., Garg S.K., Mecca T.E., Wilson C.A. 2000. Less hypoglycemia with insulin glargine in intensive insulin therapy for type 1 diabetes. Diabetes Care 23: 639-643.

¹⁶⁹ Frydman R., Howles C.M., Truong F., 2000. A double-blind, randomized study to compare recombinant human follicle stimulating hormone (FSH; Gonal-F[®]) with highly purified urinary FSH (Metrodin[®] HP) in women undergoing assisted reproductive techniques including intracytoplasmic sperm injection. Human Reproduction 15: 520-525.

¹⁷⁰ Abshire T., Kenet G. 2004. Recombinant factor VIIa: review of efficacy, dosing regimens and safety in patients with congenital and acquired factor VIII or IX inhibitors. J Thromb Haemost. 2: 899-909.

¹⁷¹ Mannucci P.M. 2003. Hemophilia: treatment options in the twenty-first century. J Thromb Haemost. 1: 1349 - 1355.

¹⁷² Farrugia A. 2002. Evolving perspectives in product safety for hemophilia. Haemophilia 8: 236-243.

¹⁷³ Walsh G., Muller R., 2007. The pharmaceutical biotechnology content of pharmacy programs within Europe: A survey. Pharmacy Education 7: 27-33.

antygen, bez atenuowanego mikroorganizmu, ograniczone jest prawdopodobieństwo wystąpienia powikłań w wyniku ich stosowania. Technologia ta znacznie przyspiesza czas uzyskania szczepionek przeciwko nowym szczepom łatwo mutujących patogenów, jak np. wirusa grypy¹⁷⁵, a także pozwala na wytworzenie szczepionek trudnych do uzyskania metodami tradycyjnymi, jak np. szczepionka przeciwko toksoplazmozie^{176,177} malarii¹⁷⁸, SARS¹⁷⁹ czy HIV^{180,181}. Poznawane są molekularne mechanizmy tworzenia antygenów^{182,183} i rozwijane są metody ekspresji białek antygenowych w transgenicznym zwierzętach¹⁸⁴ roślinach^{185,186}, co pozwoli na masowe wprowadzenie, w formie doustnych szczepionek, szczepień przeciwko niektórym chorobom, w szczególności powodowanych przez patogeny przewodu pokarmowego^{187,188,189}. Szczepionki tak wytworzone, ze względu na ich niską cenę i łatwość aplikacji, pozwolą także na

¹⁷⁴ Katedra Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2004-. Molekularny mechanizm uropatogenności szczepów *Escherichia coli* wywołujących przewlekłe infekcje górnych dróg moczowych, poznanie struktury i funkcji kompleksów białko opiekuńcze (chaperon) DraB - podjednostka piliowa DraE. SYNABA II.

¹⁷⁵ Singer E., 2005. Pandemic fears hatch new methods in flu vaccine industry. *Nature - Medicine* 11: 4

¹⁷⁶ Katedra Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2005-2006. Otrzymanie chimericznych fimbrii typu Dr-SAG1, Dr-ROP9, Dr-GRA1 i ich zastosowanie do produkcji fimbrialnych szczepionek przeciwko toksoplazmozie. SYNABA II.

¹⁷⁷ Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Mikrobiologii, 1996-2000. Biotechnologia szczepionek DNA przeciwko chorobom infekcyjnym wywoływanym przez wirusa BLV i *Toxoplasma gondii*. SYNABA II.

¹⁷⁸ Yazdani S.S., Shakri A.R., Pattnaik P., Moshahid M., Rizvi A., Chitnis C.E., 2006. Improvement in yield and purity of a recombinant malaria vaccine candidate based on the receptor-binding domain of plasmodium vivax duffy binding protein by codon optimization. *Nature Biotechnology* 24: 191 – 197.

¹⁷⁹ Pogrebnyak N., Golovkin M., Andrianov V., Spitsin S., Smirnov Y., Egolf R., Koprowski H. 2005. Severe acute respiratory syndrome (SARS) S protein production in plants: Development of recombinant vaccine. *Proc. National Acadn Sci. United States* 102: 9062-9067.

¹⁸⁰ Sourial S., Wärnmark A., Nilsson C., Björling E., Achour A., Robert A., 2005. Cloning, expression, and purification of HIV-2 gp125: a target for HIV vaccination. *Molecular Biotechnology* 30: 155-162.

¹⁸¹ Shchelkunov S. N., Salyaev R.K., Pozdnyakov S. G., Rekoslavskaya N.I., Nesterov ., A. E., Ryzhova T. S., Sumtsova V.M., Pakova N.V., Mishutina U.O., Kopytina T.V., Hammond R.W., 2006. Immunogenicity of a novel, bivalent, plant-based oral vaccine against hepatitis B and human immunodeficiency viruses. *Biotechnology Letters* 28: 959-967.

¹⁸² Katedra Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2004-. Molekularny mechanizm uropatogenności szczepów *Escherichia coli* wywołujących przewlekłe infekcje górnych dróg moczowych, poznanie struktury i funkcji kompleksów białko opiekuńcze (chaperon) DraB - podjednostka piliowa DraE. SYNABA II.

¹⁸³ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, 2000-2004. Charakterystyka funkcjonalna adhezyny FimH fimbrii typu 1 *Salmonella enterica* serowar *Enteritidis*. SYNABA II.

¹⁸⁴ Lonberg N., 2005. Human antibodies from transgenic animals. *Nature Biotechnology* 23: 1117 – 1125.

¹⁸⁵ Molina A., Hervás-Stubbs S., Daniell H., Mingo-Castel A.M., Veramendi J., 2004. High-yield expression of a viral peptide animal vaccine in transgenic tobacco chloroplasts. *Plant Biotechnology Journal* 2 (2), 141–153.

¹⁸⁶ Shchelkunov S. N., Salyaev R.K., Pozdnyakov S. G., Rekoslavskaya N.I., Nesterov ., A. E., Ryzhova T. S., Sumtsova V.M., Pakova N.V., Mishutina U.O., Kopytina T.V., Hammond R.W., 2006. Immunogenicity of a novel, bivalent, plant-based oral vaccine against hepatitis B and human immunodeficiency viruses. *Biotechnology Letters* 28: 959-967.

¹⁸⁷ Rice J., Ainley W., Shewen P., 2006. Plant-made vaccines: biotechnology and immunology in animal health. *Animal Health Research Reviews* 6: 199-209.

¹⁸⁸ Mason H.S., Haq T.A., Clements J.D., Arntzen C.J. 1998. Edible vaccine protects mice against *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin (LT): potatoes expressing a synthetic LT-B gene. *Vaccine* 16:1336-43.

¹⁸⁹ Kapusta J., Modelska A., Figlarowicz J., Pniewski T., Letellier M., Lisowa O., Yusibov V., Koprowski H., Plucienniczak A., Legocki B. 1999. A plant-derived edible vaccine against hepatitis B virus. *The FASEB J.* 13:1796-1799.

masowe szczepienie zwierząt hodowlanych, co ograniczy występowanie epidemii, jak np. bardzo głośnej ostatnimi czasy ptasiej grypy. Ciekawa jest też próba wyprodukowania szczepionki pomagającej w zwalczaniu uzależnienia od tytoniu¹⁹⁰. Ponadto technikę rekombinowanego DNA wykorzystuje się w produkcji ludzkich przeciwciał (immunoglobulin)¹⁹¹.

Poważnym czynnikiem rozwoju współczesnej medycyny są badania nad strukturą ludzkiego genomu. Poznanie budowy nawet stosunkowo niewielkich fragmentów ludzkiego DNA umożliwia określenie molekularnego mechanizmu niektórych chorób i określenia prawdopodobieństwa ich wystąpienia (diagnostyka genetyczna). Poznanie całej sekwencji genomu ludzkiego zwiększy szansę zgłębienia mechanizmów dziedziczenia chorób o podłożu genetycznym, co umożliwi opracowanie efektywniejszych metod diagnostycznych i terapeutycznych. Diagnostyka molekularna to nowa dziedzina biotechnologii o potencjalnym zastosowaniu w produkcji specyficznych, często wybiórczych i swoistych odczynników do analizy DNA, RNA, białek, preparatów i zestawów enzymatycznych, testów diagnostycznych przesiewowych i oceniających efekty lecznicze. Przykładem takiej aktywności jest opracowanie tanich, efektywnych polskich testów diagnostycznych na obecność genu BRCA 1 wskazującego na predyspozycję kobiet do rozwoju raka piersi i jajników¹⁹². Taka działalność z reguły nie wymaga dużych nakładów finansowych na aparaturę i infrastrukturę, gdyż ogromny udział w tych przedsięwzięciach ma potencjał ludzki.

- Biosynteza i biotransformacja związków naturalnych i ich analogów przydatnych w farmacji i przemyśle kosmetycznym.

Mikroorganizmy, rośliny wyższe, kultury tkanek roślinnych, jak i wyizolowane z nich i immobilizowane enzymy, są często wykorzystywane jako bioreaktory do produkcji różnego rodzaju substancji aktywnych stosowanych do wyrobu leków i kosmetyków. Produkcja tych związków metodami biotechnologicznymi jest zazwyczaj tańsza niż ich pozyskiwanie przez izolację z tkanek roślinnych lub zwierzęcych bądź też syntezę chemiczną. Jako przykłady można przytoczyć technologie produkcji wyspecjalizowanych białek^{193,194,195} cerebrozydów^{196,197},

¹⁹⁰ Cornuz J., Klingler K., Mueller P., Jungi F., Cerny T., 2005. Therapeutic vaccine for nicotine dependence: Results of a phase I and a randomized phase II study. *Journal of Clinical Oncology* 23 (Supl.): No 16S.

¹⁹¹ Lonberg N., 2005. Human antibodies from transgenic animals. *Nature Biotechnology* 23: 1117 – 1125.

¹⁹² Górski B., Lubiński J. Test BRCA1. <http://genetyka.pam.szczecin.pl/download/2b.pdf>.

¹⁹³ Cosmetic or dermatological use of peptides for promoting adhesion between skin cells. European Patent EP1406651.

¹⁹⁴ Method for producing proteins by fermentation of microorganisms from the *Thermus* family, the protein mixture thus obtained and cosmetic compositions containing same. European Patent EP1392840.

¹⁹⁵ Smith M., Method for producing human lactoferrin in plant cell culture. United States Patent no 23484.

¹⁹⁶ Tamura M., Matsumoto O., Takakuwa N., Oda Y., Ohnishi M., 2005. Production of cerebroside from beet molasses by the yeast *Saccharomyces kluyveri*. *Food Biotechnology* 19: 95 – 105.

¹⁹⁷ Rupccaronicacut J., Maricacut V., 2004. Cerebroside of *Candida lipolytica* yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*

wosków^{198,199}, polialkoholi i emulgatorów^{200,201}, sterydów²⁰², glikozydów²⁰³, witamin²⁰⁴ oraz innych związków przydatnych w kosmetyce i farmacji^{205,206,207}.

- Pozyskiwanie nowych biokatalizatorów reakcji chemicznych

Badania biotechnologiczne koncentrują się także na izolacji nowych enzymów, np. działających w środowisku niewodnym i rozkładających lipidy^{208,209}. Poszukuje się również enzymów efektywnie rozkładających substancje lignino-celulozowe, co pozwoliłoby na wykorzystanie produktów odpadowych z rolnictwa (słoma) i przemysłu drzewnego²¹⁰.

Metodami rekombinacji DNA ulepsza się enzymy już powszechnie wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu, np. wchodzące w skład detergentów, poprzez zmniejszenie ich wrażliwości na środki wybielające czy temperaturę²¹¹.

- Wytwarzanie surowców przemysłowych i energetycznych (biopaliw)

64: 416-420.

- ¹⁹⁸ Radzi S.M., Basri M., Salleh A.B., Ariff A., Rosfarizan M., Basyaruddin M., Rahman A., Noor R., Zaliha R., Rahman A., 2005. Optimisation study of large-scale enzymatic synthesis of oleyl oleate, a liquid wax ester, by response surface methodology. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 81: 374-380.
- ¹⁹⁹ Radzi S.M., Basri M., Salleh A.B., Ariff A., Mohammad R., Rahman B.A., Rahman R.N., 2005. Large scale production of liquid wax ester by immobilized lipase. *Journal of Oleo Science* 54: 203-209.
- ²⁰⁰ Mu Y., Teng H., Zhang D.-J., Wang W., Zhi-Long Xiu Z.-L., 2005. Microbial production of 1,3-propanediol by *Klebsiella pneumoniae* using crude glycerol from biodiesel preparations. *J. Appl. Microbiol.* 98: 456 – 471.
- ²⁰¹ M. Bonilla, C. Olivaro, M. Corona, A. Vazquez, M. Soubes (2005). Production and characterization of a new bioemulsifier from *Pseudomonas putida* ML2. *J. Appl. Microbiol.* 98 (2), 456–463.
- ²⁰² Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Biotransformacje steroidów anabolicznych w kulturach *Trichoderma hamatum*, *Cladosporium cladosporioides* i *Penicillium notatum*. SYNABA II.
- ²⁰³ Akademia Medyczna w Warszawie, Wydział Farmaceutyczny, 2003-2004. Otrzymywanie wybranych glikozydów fenolowych *Rhodiola rosea* L. metodą biotechnologiczną. SYNABA II.
- ²⁰⁴ Kim S.-J., Kim M.-D., Choi J. -H., Kim S.-Y., Ryu J.-W., Seo J.-H., 2006. Amplification of 1-deoxy-d-xyluose 5-phosphate (DXP) synthase level increases coenzyme Q10 production in recombinant *Escherichia coli*. *Applied Genetics and Molecular Biotechnology* 72: 982-985.
- ²⁰⁵ Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biotechnologii, 2005. Konstrukcja regulowanych przez doksycyklinę wektorów ekspresyjnych zawierających geny reduktazy biliwerdyny A oraz miedziowo-cynkowej dysmutazy ponadtlenkowej: badania nad mechanizmami regulacji ekspresji VEGF przez reaktywne formy tlenu. SYNABA II.
- ²⁰⁶ Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, 2000-2003. Sterowana biosynteza przeciwwzapalnych związków irydooidowych w kulturach *in vitro* wybranych gatunków z rodzaju *Caryopteris*. SYNABA II.
- ²⁰⁷ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności, 2001-2002. Biotransformacje naturalnych i syntetycznych ketonów w kulturze *Fusarium culmorum* - zależność między budową substratu a przebiegiem reakcji. SYNABA II.
- ²⁰⁸ Basyaruddin M., Rahman A., Yunus N., Hussein M.Z., Rahman R., Abu Bakar Salleh A.B., Basri M., 2005. Application of advanced materials as support for immobilisation of lipase from *Candida rugosa*. *Biocatalysis and Biotransformation* 23: 233 – 239.
- ²⁰⁹ Calls for 7 Framework Programme. Theme 2: Food, Agriculture and fisheries, and Biotechnology (FP7-KBBE-2007-1) <http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm>.
- ²¹⁰ Schlosser D., Grey R., Fritsche W. 1997. Patterns of ligninolytic enzymes in *Trametes versicolor*. Distribution of extra- and intracellular enzyme activities during cultivation on glucose, wheat straw and beech wood. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 47: 412-418.
- ²¹¹ Mauer K.H. 2004. Detergent proteases. *Current opinion in biotechnology.* 15: 330-334.

Produkcja biopaliw ciekłych (etanol, węglowodory ciekłe) z biomasy

Produkcja alkoholi poprzez fermentację tradycyjnych surowców, jak cukier czy skrobia, jest dobrze rozwinięta. Badania prowadzone obecnie skoncentrowane są na wykorzystaniu mikroorganizmów do produkcji paliw płynnych, w tym etanolu i węglowodorów przydatnych do produkcji benzyny i oleju napędowego, z materiałów odpadowych, dotychczas w tym celu niewykorzystywanych, jak słoma i okrywy nasienne różnych zbóż (plewy)^{212,213}, ligniny i odpadowa celuloza uzyskiwane podczas chemicznej przeróbki drewna²¹⁴, serwatka²¹⁵ i inne odpady przemysł chemicznego i rolno-spożywczego. Ponadto dostępna jest technologia produkcji estrów metylowych kwasów tłuszczowych („biodiesel”) metodami biochemicznymi²¹⁶ jako alternatywa dla chemicznej transestryfikacji tłuszczów. Prowadzone są również badania nad nowymi gatunkami i odmianami roślin będących źródłem energii i biopolimerów alternatywnym dla ropy naftowej⁶².

Produkcja metanu i wodoru metodami biotechnologicznymi

Fermentacja metanowa jest dobrze znana i często stosowana do produkcji biogazu z biomasy, w szczególności w oczyszczalniach ścieków i przy utylizacji odpadów organicznych. Obecnie prowadzone badania mają na celu optymalizację technologii i selekcję nowych, bardziej wydajnych mikroorganizmów²¹⁷.

Fermentacji metanowej często towarzyszy fermentacja wodorowa. Mieszaninę tych gazów tą metodą można uzyskiwać z cukrów prostych, a także z biomasy wchodzącej w skład odpadów przemysłu spożywczego^{218,219,220}, odpadów powstających przy produkcji celulozy²²¹ oraz

²¹² Saha, B.C., Iten, L.B., Cotta, M.A., Wu, Y. 2004. Fuel ethanol production from wheat straw: current status and technical prospects. Second World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry, and Climate Protection. Paper No. OC2.5.

²¹³ Saha, B.C., Iten, L.B., Cotta, M.A., Wu, Y. 2005. Dilute acid pretreatment, enzymatic saccharification, and fermentation of rice hulls to fuel ethanol. *Biotechnology Progress*. 21: 816-822.

²¹⁴ Pérez J., Muñoz-Dorado J., de la Rubia T., Martínez J., Pérez J., Muñoz-Dorado J., de la Rubia T., Martínez J. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International Microbiology* 5: 1139-6709.

²¹⁵ Zafar S., Owais M., Saleemuddin M., Husain S. 2005. Batch kinetics and modelling of ethanolic fermentation of whey: *Intern. J. Food Sci. Technol.* 40: 597–604.

²¹⁶ Chen G., Ying M., Li W. 2006. Enzymatic conversion of waste cooking oils into alternative fuel—biodiesel. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 132: 911-92.

²¹⁷ Dearman B., Marschner P., Bentham R. H. 2006. Methane production and microbial community structure in single-stage batch and sequential batch systems anaerobically codigesting food waste and biosolids. *Applied Microbiol. Biotechnol.* 69: 1432 -0614.

²¹⁸ Evvyernie D, Morimoto K, Karita S, Kimura T. 2001 Conversion of chitinous wastes to hydrogen gas by *Clostridium paraputrificum* M-21. *J Biosci. Bioengin.* 91: 339-343.

²¹⁹ Kim J.K., Cho J.H., Lee J.S., Hahm K.S., Park D.H., Kim S.W. 2002. Mass production of methane from food wastes with concomitant wastewater treatment. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 99: 753-764.

²²⁰ Nishio N., Nakashimada Y. 2004. High rate production of hydrogen/methane from various substrates and wastes. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 90: 63-87.

²²¹ Valdez-Vazquez I., Sparling R., Risbey D., Rinderknecht-Seijasc N. and Poggi-Varaldo H. 2005. Hydrogen generation via anaerobic fermentation of paper mill wastes. *Bioresource Technology* 96: 1907-1913.

ścieków z zakładów przemysłu spożywczego²²². Obecnie dostępne są technologie pozwalające na konwersję biomasy z bardzo wysoką wydajnością, rzędu 0.49-1.44 mol H₂ w przeliczeniu na mol glukozy uzyskiwanej przez konwersję biomasy²²³.

Ciekawym zastosowaniem biotechnologii może być “fotosynteza” wodoru, czyli wykorzystanie zdolności niektórych sinic do wytwarzania wodoru jako produktu ubocznego fotosyntezy^{224,225}. Ponadto, do produkcji wodoru mogą być wykorzystane bakterie przyswajające azot atmosferyczny, które przy braku azotu w środowisku mają zdolność do wytwarzania wodoru z wody poprzez redukcję protonów katalizowaną przez nitrogenazy, z wykorzystaniem światła jako źródła energii. Zdolność tą wykazuje wiele gatunków zróżnicowanych taksonomicznie. Do najbardziej obiecujących, ze względu na wydajność produkcji wodoru oraz przydatność w biotechnologii, należy jednokomórkowa sinica *Chlamydomonas reinhardtii*²²⁶ oraz bakteria *Rhodospirillum rubrum*²²⁷. Korzystne jest przy tym, że sinice wykorzystują światło w zakresie fotosyntetycznie czynnym (400 - 700 nm), podczas gdy bakterie beztlenowe wykorzystują energię z zakresu bliskiej podczerwieni (700 - 950nm), co daje możliwość ich kokultury w celu pełniejszego wykorzystania energii światła słonecznego.

Badania prowadzone obecnie mają po części charakter podstawowy a po części aplikacyjny i skupiają się na biologii molekularnej i inżynierii genetycznej mającej na celu wytworzenie szczepów produkujących wodór z dużą wydajnością i na opracowaniu metod kokultury *Chlamydomonas reinhardtii* i *Rhodospirillum rubrum*. Wydajność produkcji wodoru w obecnych badaniach wynosi 20-30 ml z litra kultury na godzinę²²⁸. Biomasa wytwarzana w procesie tej fotosyntezy może być następnie utylizowana do produkcji wodoru na drodze fermentacji beztlenowej. Proponowane są rozwiązania, w których w jednym reaktorze hodowane byłyby *Chlamydomonas reinhardtii* i *Rhodospirillum rubrum* wraz bakterią *Clostridium pasteurianum*²²⁹, mającą zdolność wytwarzania z dużą wydajnością wodoru w procesie fermentacji biomasy. Ocenia się, że wydajność takiego systemu zostanie zwiększona do 50-60

²²² Kim J.K., Cho J.H., Lee J.S., Hahn K.S., Park D.H., Kim S.W. 2002. Mass production of methane from food wastes with concomitant wastewater treatment. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 99: 753-764.

²²³ Han S.-K. and Shin H.-S. 2004. Performance of an innovative two-stage process converting food waste to hydrogen and methane. *J. Air Waste Managem. Assoc.* 54: 242-249.

²²⁴ Happe T., 2001. Hydrogen production: green algae as a source of energy. *Plant Physiol.* 127: 740- 748.

²²⁵ Ghirardi ML, Zhang L, Lee JW, Flynn T, Seibert M, Greenbaum E, Melis A. 2005. Microalgae: a green source of renewable H₂. *Trends in Biotechnology* 18 506-511.

²²⁶ Melis A, Zhang L, Forestier M, Ghirardi ML, Seibert M., 2000. Sustained photobiological hydrogen gas production upon reversible inactivation of oxygen evolution in the green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Physiol.* 122: 127-136.

²²⁷ Zürrer H., Bachofen R. 1979. Hydrogen production by the photosynthetic bacterium *Rhodospirillum rubrum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 37: 789-793.

²²⁸ Yu H.-Q., Mu Y. 2006. Biological hydrogen production in a UASB reactor with granules. II: Reactor performance in 3-year operation. *Biotechnol. Bioengin.* 94: 988 – 995.

²²⁹ Melis T., 2005. Integrated biological hydrogen production. *Proceedings of International Hydrogen Energy*

ml wodoru produkowanego na godzinę z jednego litra objętości reaktora²³⁰.

Mikrobiologiczne ogniwa paliwowe

Mikroorganizmy mogą być potencjalnie wykorzystane do produkcji energii elektrycznej przez utlenianie substratów organicznych w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych^{231,232}. Jako paliwo w ogniwach mikrobiologicznych mogą być wykorzystywane zarówno niskocząsteczkowe związki organiczne rozpuszczalne w wodzie, jak cukry i ich pochodne, jak i odpadowa biomasa²³³. Wydajność doświadczalnych ogniw tego typu wynosi 22 mW m⁻² powierzchni elektrody a uzyskiwane napięcia 215-225 mV²³⁴.

Prowadzone są także badania nad wykorzystaniem mikrobiologicznych ogniw paliwowych do produkcji energii elektrycznej z oceanicznych osadów dennych. Wydajność takiego pilotowego urządzenia zainstalowanego w Kanionie Monterey u wybrzeży Kalifornii wynosiła 34 mW·m⁻² powierzchni anody ogniwa, co odpowiadało wydajności 1100 mW m⁻² powierzchni dna morskiego²³⁵.

Mikrobiologiczne ogniwa paliwowe mogą być także wykorzystane jako czujniki do ciągłego pomiaru biologicznego zapotrzebowania tlenu (BZT), ważnego wskaźnika czystości wody²³⁶.

- Biodegradacja szkodliwych substancji przy użyciu wyspecjalizowanych mikroorganizmów i/lub izolowanych enzymów

Technologia oczyszczania ścieków w oczyszczalniach biologicznych jest dobrze opanowana. Obecnie prowadzone są badania nad technologiami biodegradacji odpadów przemysłowych wyjątkowo stabilnych jak np. produkty ropopochodne²³⁷ czy tłuszcze²³⁸.

Do redukcji zanieczyszczenia gleby i wody poprzez biologiczną degradację substancji

Congress, 13-15 July 2005, Istanbul, Turkey, pp. 1-12.

²³⁰ Tsygankov AA, Fedorov AS, Laurinavichene TV, Gogotov IN, Rao KK and Hall DO. 1998. Actual and potential rates of hydrogen photoproduction by continuous culture of the purple non-sulphur bacterium *Rhodospirillum capsulatus*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 49: 102-107.

²³¹ McGinley J., McHale F. N., Hughes P., Reid C. N. and McHale A. P. 2004. Production of electrical energy from carbohydrates using a transition metal-catalysed liquid alkaline fuel cell. Biotechnology Letters 26: 1771-1776.

²³² Park H. S., Kim H. J., Kim G. T., Chang I. S., Lee J. Phung N. T. and Kim B. H. 2004. Enrichment of microbial community generating electricity using a fuel-cell-type electrochemical cell. Appl. Microbiol. Biotechnol. 63: 672-681.

²³³ Niessen, U. Schröder, F. Harnisch, F. Scholz (2005). Gaining electricity from in situ oxidation of hydrogen produced by fermentative cellulose degradation. Letters in Applied Microbiology 41: 286-290.

²³⁴ Tartakovsky B., Guot S. R., 2006. A comparison of air and hydrogen peroxide oxygenated microbial fuel cell reactors. Biotechnol. Prog., 22: 241-246.

²³⁵ Microbial fuel cell energy from an ocean cold seep. Geobiology 4: 123-136.

²³⁶ Moon H., Chang S., Kang K. H., Jae K. J. and Kim. B. H. 2004. Improving the dynamic response of a mediator-less microbial fuel cell as a biochemical oxygen demand (BOD) sensor. Biotechnology Letters 26: 1717-1721.

²³⁷ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, 1999-2002. Biodegradacja węglowodorów ropopochodnych przez grzyby keratynolityczne. SYNABA II.

²³⁸ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Rolnictwa i Kształtowania Środowiska, 1995-2002.

zanieczyszczających, ich usuwanie ze środowiska i/lub konwersję w formy mniej szkodliwe wykorzystuje się biologiczne układy: rośliny (fitoremediacja) i drobnoustroje (bioremediacja). Szczególnie trudnym zadaniem jest utylizacja opadów stałych i ścieków z przemysłu galwanizatorskiego, garbarskiego, produkcji nawozów sztucznych, środków ochrony roślin, hut, z zakładów farbiarskich, włókienniczych, motoryzacyjnych, energetycznych, produkujących baterie, akumulatory etc., które zawierają znaczne ilości metali ciężkich, a także oczyszczanie gleby i wód gruntowych skażonych przez metale ciężkie. Bioremediacja i fitoremediacja znajduje także zastosowanie przy usuwaniu skażenia radioizotopami²³⁹. Zastosowanie biologicznych procesów pozwala znacznie efektywniej usuwać metale ciężkie z dużych objętości roztworów o niskich stężeniach, niż przy zastosowaniu metod chemicznych, takich jak strącanie czy wymiana jonowa. Metody bioremediacyjne można zastosować w miejscu skażenia (*in situ*), w każdych warunkach geologicznych, bez konieczności użycia kosztownej aparatury, co nie jest możliwe przy metodach konwencjonalnych²⁴⁰. Do tego celu wykorzystuje się bakterie²⁴¹, drożdże²⁴², promieniowce²⁴³, pleśnie^{244,245}, glony²⁴⁶ oraz rośliny wyższe^{247,248}. W celu poprawy zdolności mikroorganizmów i roślin wyższych do akumulacji metali ciężkich poddaje się je często modyfikacji metodami inżynierii genetycznej²⁴⁹. Nowoczesne rozwiązania uwzględniają w tych procesach unieruchomione mikroorganizmy, co zwiększa gęstość populacji w reaktorze, pozwala efektywniej oddzielać biomasę od roztworu i daje możliwość wprowadzenia procesów ciągłych²⁵⁰.

-
- Biotechnologia przetwarzania osadów tłuszczowych na komposty i ich ocena agrochemiczna. SYNABA II.
- ²³⁹ Das S.K., Kedari C.S., Shinde S.S., Jambunathan S. 2002. Performance of immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in the removal of long lived radionuclides from aqueous nitrate solutions. *J Radioanal. Nucl. Chem.* 253: 235-240.
- ²⁴⁰ Lewandowski I., Schmidt U., Londo M., Faaij A. 2006. The economic value of the phytoremediation function – Assessed by the example of cadmium remediation by willow (*Salix* spp). *Agricultural Systems* 89: 68–89.
- ²⁴¹ Bae W., Wu C.H., Kostal J., Mulchandani A., Chen W. 2003. Enhanced mercury biosorption by bacterial cells with surface-displayed MerR. *Appl Environ Microbiol* 69: 3176-3180.
- ²⁴² Wang J., Chen C. 2006. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: A review. *Biotechnology Advances* 24: 427-451.
- ²⁴³ Polti M.A., Amoroso M.J., Abate C.M. 2007. Chromium(VI) resistance and removal by actinomycete strains isolated from sediments 67: 660-667.
- ²⁴⁴ Kiran I., Akar T., Tunali S. 2005. Biosorption of Pb(II) and Cu(II) from aqueous solutions by pretreated biomass of *Neurospora crassa* 40: 3550-3558.
- ²⁴⁵ Tewari N., Vasudevan P., Guha B.K. 2005. Study on biosorption of Cr(VI) by *Mucor hiemalis*. *Biochem Eng J* 41: 185-192.
- ²⁴⁶ Davis T.A., Volesky B., Mucci A. 2003. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *Water Res* 37: 4311-4330.
- ²⁴⁷ Alkorta I., Hernández-Allica Becerril J.M., Amezaga I., Albizu I., Garbisu C. 2004. Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. *Rev Environ Sci Biotechnol* 3:71-90.
- ²⁴⁸ Ruiz J.M., Romero L. 2002. First evidence of arsenic phytoremediation. *Trends in Plant Science.* 7: 384.
- ²⁴⁹ Rugh C.L. 2004. Genetically engineered phytoremediation: one man's trash is another man's transgene, *Trends in Biotechnology* 22: 496-498.
- ²⁵⁰ Das S.K., Kedari C.S., Shinde S.S., Jambunathan S. 2002. Performance of immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in the removal of long lived radionuclides from aqueous nitrate solutions. *J Radioanal Nucl Chem*

- Inżynieria genetyczna roślin w celu poprawy ich wartości uprawowej i/lub użytkowej.

Stosowanie transgenezy w hodowli roślin uprawnych i wykorzystywanie tak uzyskanych odmian w produkcji żywności jest jednym z najbardziej kontrowersyjnych zagadnień biotechnologii rolniczej. Spowodowane jest to różnymi czynnikami, lecz przede wszystkim obawą przed wywołaniem nieodwracalnych zmian w środowisku poprzez wprowadzenie roślin transgenicznych mających przewagę selekcyjną nad swoimi dzikimi pobratymcami oraz słabą akceptacją społeczną żywności pochodzącej z organizmów modyfikowanych genetycznie.

Transgeneza otwiera duże i kuszące badaczy perspektywy wprowadzania i wykorzystywania w roślinach genów kontrolujących pojawianie się cech i właściwości pożądaných przez producentów, przemysł przetwórczy i konsumentów. Teoretyczne możliwości manipulowania materiałem genetycznym są nieomal nieograniczone. Obecnie istnieją techniki transformacji większości gatunków uprawnych, problemem jest natomiast ciągle mała wiedza o strukturze ich genomów oraz o molekularnych i biochemicznych mechanizmach regulacji procesów fizjologicznych. Tylko nieliczne gatunki mają w pełni zmapowane genomy, ale także w ich przypadku kodowanie wielu cech fenotypowych i procesów metabolicznych jest ciągle niejasne. Postęp w tej dziedzinie jest jednak ogromny i należy oczekiwać, że w okresie najbliższych 5-10 lat dostępne będą mapy genowe wszystkich ważniejszych gospodarczo gatunków. Pomimo tych ograniczeń, nieomal każdego dnia przybywa nowych modyfikacji ulepszających rośliny uprawne. Znakomita ich większość ma jak dotąd znaczenie tylko jako materiał doświadczalny, poddawany wielu kosztownym i długotrwałym badaniom przed ich ewentualnym wprowadzeniem do uprawy. W chwili obecnej największy nacisk w inżynierii genetycznej roślin położono na wprowadzenie cech obniżających koszty produkcji. Należą do nich przede wszystkim odporność na choroby, uzyskiwana m.in. poprzez transformację fragmentami genomu patogena (*pathogen-derived resistance*)^{251,252}, oraz oporność na żerowanie niektórych szkodników uzyskiwaną poprzez transformację genem enterotoksyny *Bacillus thuringiensis*^{253,254}. Ponadto, duże znaczenie gospodarcze mają transgeniczne rośliny uprawne

253: 235-240.

²⁵¹ Goldbach R., Bucher E., Prins M. 2003. Resistance mechanisms to plant viruses: an overview. *Virus Research* 92: 207-212.

²⁵² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, 1999-2002. Ekspresja genu odporności na wirus brązowej plamistości pomidora (TSWV) w roślinach transgenicznych. SYNABA II.

²⁵³ Rnjekar P.K., Patankar A., Gupta V., Bhatnagar R., Bentur J., Kumar A., 2003. Genetic engineering of crop plants for insect resistance. *Curr. Sci.* 84: 321-329.

²⁵⁴ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, 2003-. Modyfikacja genu owadobójczej toksyny Cry1A(c) z *Bacillus thuringiensis*. SYNABA II.

odporne na działanie niektórych herbicydów²⁵⁵.

W przypadku niektórych roślin, jak soja, kukurydza czy bawełna, areał uprawy roślin z cechami prowadzonymi technikami inżynierii genetycznej sięga od 20 do 70% całkowitej produkcji, przy czym są to przede wszystkim transgeniczne odmiany odporne na herbicydy i niektóre szkodniki. Powoli zwiększa się także areał uprawy roślin w których zwiększono zawartość lub zmodyfikowano strukturę związków o znaczeniu przemysłowym poprzez nadekspresję genów natywnych lub poprzez transgenizację^{256,257,258}.

Liczne są także modyfikacje genetyczne mające na celu poprawę wartości użytkowej plonu, jak np. zwiększenie zawartości amylopektyny w skrobi, zwiększenie zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych, aminokwasów egzogennych, witamin i innych związków biologicznie czynnych, przedłużenie trwałości rozbiornej oraz poprawa właściwości przetwórczych owoców itp. Prowadzone są także intensywne prace nad zwiększeniem odporności roślin na stresy środowiskowe, w szczególności na suszę i zasolenie gleby, co może mieć ogromne znaczenie przy adaptacji rolnictwa do zmieniających się warunków środowiska wywołanych globalnym ociepleniem.

Z uwagi na korzyści wynikające z uprawy roślin modyfikowanych transgenicznie większość specjalistów szacuje, że za 10-15 lat będą one dominować w uprawie.

- Inżynieria genetyczna zwierząt

Intensywnie rozwijającą się dziedziną biotechnologii jest klonowanie zwierząt, w tym ssaków, poprzez podział zarodków. Pozwala ono otrzymywać osobniki o identycznych cechach, co spotyka się z entuzjazmem ze strony hodowców zainteresowanych powielaniem zwierząt hodowlanych charakteryzujących się wyjątkowo dobrymi cechami użytkowymi. Podejmowane są również próby klonowania zwierząt wykorzystując materiał genetyczny z komórek somatycznych dorosłych osobników. Pomimo kilku spektakularnych sukcesów, jak np. sklonowania słynnej owcy Dolly, kierunek ten wymaga jeszcze długotrwałych badań²⁵⁹.

Modyfikacja genetyczna zwierząt jest znacznie trudniejsza technicznie niż roślin i z tego powodu mniej zaawansowana. Ponadto, kontrowersje związane z transgenizacją zwierząt są jeszcze większe niż w przypadku roślin. Modyfikację genetyczną zwierząt prowadzi się w celu poprawy ich wartości użytkowej, jak np. krowy wytwarzającej mleko o zwiększonej zawartości

²⁵⁵ Nap J. P., Metz P. L. J., Escaler M. Conner A. J. 2003. The release of genetically modified crops into the environment. Part I. Overview of current status and regulations. *Plant J.* 33: 1–18.

²⁵⁶ Bouwmeester H. J. 2006. Engineering the essence of plants. *Nature Biotechnology* 24: 1359–1361.

²⁵⁷ Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Przyrodniczych, 2000-2003. Modyfikacja syntezy flawonoidów w metodami inżynierii genetycznej w roślinach o znaczeniu przemysłowym. SYNABA II.

²⁵⁸ Grushcow J., 2006. Engineering high-performance biolubricants in crop plants. *Industrial Biotechnol.* 2: 48–50.

kazeiny²⁶⁰, jednakże zdecydowana większość prac poświęcona jest wytworzeniu transgenicznych modeli do badań medycznych²⁶¹ lub do wytwarzania biologicznie czynnych analogów ludzkich białek i hormonów²⁶². Większość tych badań znajduje się na etapie prac laboratoryjnych. W chwili obecnej, w zaawansowanej fazie wdrożenia są ryby zawierające ssaczy hormon wzrostu, dzięki czemu rosną one kilkukrotnie szybciej niż formy dzikie²⁶³.

- Zagospodarowanie produktów odpadowych pochodzenia zwierzęcego

Prace biotechnologiczne koncentrują się ponadto na zagospodarowaniu produktów odpadowych pochodzenia zwierzęcego i ich wykorzystaniu do produkcji białek i innych biologicznie czynnych związków, jak i związków o użytecznych cechach, np. wysokiej chłonności wody, optymalnym składzie aminokwasowym, niskiej alergenicności, wysokiej wartości odżywczej. W tym celu konieczna jest optymalizacja działania kolagenaz, keratynaz i innych enzymów. Produkty odpadowe pochodzenia zwierzęcego mogą być też używane jako surowiec do wytwarzania biopaliw (biogaz, biodiesel)²⁶⁴.

Podsumowanie

Opinie konsumentów i niska akceptacja społeczna GMA wskazują, że w najbliższym czasie nie będzie perspektyw na wdrożenia w Polsce rezultatów krajowych badań z zakresu agrobiotechnologii. Nie oznacza to jednak, że badania takie powinny być zaniechane. Gwałtowny rozwój tej dziedziny biotechnologii w świecie i postępująca globalizacja powodują, że już obecnie znaczna część produktów żywnościowych oferowanych na polskim rynku zawiera GMO. Ponieważ w Unii Europejskiej uprawa roślin transgenicznych nie jest zakazana, należy oczekiwać, że zostaną one wprowadzone do uprawy także w Polsce. Jednakże przy braku własnych badań nasi producenci będą zdani wyłącznie na odmiany obce, niekoniecznie dostosowane do naszych warunków glebowo-klimatycznych. Dlatego prace badawcze powinny być kontynuowane pomimo braku perspektyw na szybkie wdrożenia.

Pożądany jest także rozwój białej i czerwonej biotechnologii. Powinny być rozwijane prace nad opracowaniem nowych technologii z wykorzystaniem drobnoustrojów i enzymów do:

- konstruowania kultur starterowych i wprowadzania nowoczesnych biotechnologii w

²⁵⁹ Pennisi E. 1998. After Dolly, a pharming frenzy. *Science* 279: 646 – 648.

²⁶⁰ Brophy B., Smoleński G., Wheeler T., Wells D., L'Huillier P., Laible G. 2004. Cloned transgenic cattle produce milk with higher levels of β -casein and K-casein. *Nature Biotechnology* 21: 157-162.

²⁶¹ Lee V.M., Kenyon T.K., Trojanowski J.Q. 2005. Transgenic animal models of tauopathies. *Biochim Biophys Acta*. 3: 251-259.

²⁶² Lonberg N. 2005. Human antibodies from transgenic animals. *Nature Biotechnology* 23: 1117 – 1125.

²⁶³ Devlin, R. H., Biagi, C. A., Yesaki, T. Y. 2004. Growth, viability and genetic characteristics of GH transgenic coho salmon strains. *Aquaculture* 236: 607-632.

produkcji żywności o wysokiej jakości,

- otrzymywania szczepionek, hormonów i testów diagnostycznych oraz preparatów o charakterze parafarmaceutyków,
- wykorzystania biologicznych źródeł energii w postaci biopaliw poprzez produkcję bioetanolu, biodiesla i zgazowanie biomasy,
- wprowadzenie biotechnologicznych metod detoksykacji substancji szkodliwych poprzez procesy bioremediacji i fitoremediacji przy usuwaniu skażeń gleby, efektywne procesy fermentacji w oczyszczaniu ścieków i wód,
- badań przesiewowych drobnoustrojów pozyskiwanych z różnorodnych źródeł, izolacji enzymów i rozpoznania dróg metabolicznych w celu opracowania nowych zastosowań w biosyntezie substancji biologicznie aktywnych (hormony, czynniki wzrostu, witaminy, aminokwasy, kwasy organiczne, antybiotyki) oraz produkcji przeciwciał i szczepionek,
- opracowania nowych technologii z wykorzystaniem preparatów enzymatycznych w przemyśle tekstylnym, chemicznym i pokrewnych.

Do realizacji tych celów niezbędne jest powstanie systemu, który stworzy warunki sprzyjające komercjalizacji osiągnięć biotechnologicznych i przedsięwzięć wdrożeniowych, przy czym system ten nie musi być skierowany do wielkich organizacji przemysłowych, gdzie wymagane są niezmiernie wysokie nakłady finansowe, ale do przedsiębiorstw małych i średnich w których większość z proponowanych rozwiązań biotechnologicznych, takich jak: produkcja starterów spożywczych, suplementów dietetycznych, wytwarzanie testów diagnostycznych, a nawet produkcja szczepionek, hormonów, przeciwciał, czy izolacja enzymów z powodzeniem może być w nich realizowana. Przedsiębiorstwa te powinny działać w powiązaniu z zapleczem naukowym w oparciu o jasne, logiczne zasady finansowe i regulacje prawne.

4.3. Przemysł tekstylny i odzieżowy

Łódzki przemysł tekstylny i odzieżowy ma długą tradycję i także obecnie stanowi istotny dział gospodarki regionu. Jednakże w ciągu ostatnich lat stanął on przed kilkoma poważnymi wyzwaniami. Globalizacja gospodarki i import tekstyliów i odzieży z krajów o wyjątkowo niskich kosztach pracy, przede wszystkim Chin i Indii, spowodował utratę przewagi konkurencyjnej zarówno na rynku krajowym jak i europejskim. Poważną konkurencją dla polskich wyrobów tekstylnych i odzieżowych stanowią też producenci z Tunezji, Maroka i Turcji, którzy poza niskimi kosztami pracy mają ponadto atut bliskości geograficznej. Z tego

²⁶⁴ Ohara H. 2003. Biorefinery. Appl. Microbiol. Biotechnol. 62: 474-477.

względu przyszłość tej branży będzie zależała od stałego rozwoju i wdrażania innowacyjnych technologii i produktów oraz polegała na elastycznym reagowaniu na ciągle zmieniające się oczekiwania konsumentów.

Zgodnie z opracowaniem programowym „A vision for 2020” Europejskiej Platformy Technologicznej Tekstyliów i Odzieży²⁶⁵, przemysł tekstylny i odzieżowy należy do światowych liderów we wdrażaniu innowacji, włączając w to projektowanie odzieży i inne „nietechnologiczne” aktywności. Poza tradycyjnymi zastosowaniami włókien i tkanin do szycia ubrań czy produkcji tapicerki meblowej i samochodowej, szybko rozwijają się zastosowania w innych dziedzinach, jak medycyna, budownictwo i przemysł materiałów budowlanych, czy przemysł materiałowy. Intensywnie rozwijana jest koncepcja “inteligentnych tekstyliów”, które dzięki zastosowaniu nanotechnologii i mikroelektroniki oraz specjalistycznego oprogramowania mogą mierzyć podstawowe parametry ciała ludzkiego i aktywnie reagować na zmieniające się warunki zewnętrzne. Do produkcji włókien wykorzystywane są nowe materiały, w tym nanowłókna i biopolimery pochodzenia biotechnologicznego. Także klasyczne włókna i tkaniny są doskonałe; poprawia się ich trwałość i odporność na czynniki atmosferyczne, projektuje się nowego rodzaju tkaniny nieprzemakalne, niepalne i przewodzące prąd, stosuje się nowe techniki projektowania na miarę etc. Nowoczesne tkaniny to także podstawa w rozwijaniu produkcji modnej, odpowiadającej najnowszym trendom, odzieży użytkowej, sportowej i specjalistycznej odzieży ochronnej.

Innym przykładem innowacji w przemyśle odzieżowym jest wykorzystanie technik komputerowych w projektowaniu i szyciu odzieży. Dzięki zastosowaniu trójwymiarowych skanerów ciała oraz szybkiej wymiany informacji za pośrednictwem Internetu możliwe staje się uprzemysłowione szycie odzieży na miarę²⁶⁶.

Miarą znaczenia innowacji w przemyśle włókienniczym i odzieżowym jest kilka projektów Europejskich realizowanych przez międzynarodowe konsorcja w ramach Programów Ramowych Unii Europejskiej. Należą do nich:

Projekt „Leapfrog”²⁶⁷ mający na celu zwiększenie wydajności, jakości i rentowności produkcji odzieży oraz zachęcenie do współpracy w ramach łańcucha logistycznego dzięki stworzeniu zintegrowanego systemu projektowania i produkcji oraz bazy danych na temat nowoczesnych technologii i metod.

²⁶⁵ European Technology Platform for the future of textiles and clothing. <http://www.textile-platform.org>.

²⁶⁶ Rags to riches”, Innovation and Technology Transfer. <http://cordis.europa.eu/aoi/article.cfm?article=488>.

²⁶⁷ <http://www.leapfrog-eu.org>.

Projekt „Web-TEXpert”²⁶⁸ pozwalający na zaawansowane zarządzanie innowacją w celu zwiększenia konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw z branży tekstylno-odzieżowej.

Projekt „e-Tailor”²⁶⁹ mający na celu zacieśnianie współpracy między zakładami wytwarzającymi odzież na miarę a placówkami detalicznymi i sklepami internetowymi.

Projekt „FashionNet”²⁷⁰ ma zachęcić małe i średnie firmy z tego sektora do udziału w projektach badawczych PR6.

Podsumowując, w dziedzinie przemysłu tekstylnego i odzieżowego można wyodrębnić następujące trendy technologiczne:

- Nowe technologie wytwarzania włókien i przędzy^{271, 272,273 ,274 ,275 ,}
- Włókna i przędze nowego typu, w tym z zastosowaniem nowego typu polimerów i nanorurek węglowych^{276,277,278,279,280,281,282 ,}
- Tekstylija nowego typu, w tym wielowarstwowe i o strukturze przestrzennej^{283,284}, tekstylija o

²⁶⁸ <http://www.webtexpert.net>.

²⁶⁹ <http://www.atc.gr/e-tailor>.

²⁷⁰ <http://fashionnet.insme.org>

²⁷¹ Son W.K., Jouk J.H., Lee T.S., Park W.H. 2003. Electrospinning of ultrafine cellulose acetate fibers: Studies of a new solvent system and deacetylation of ultrafine cellulose acetate fibers. *J. Polymer Sci. Physics* 42: 5 – 11.

²⁷² He J.H., Yu Y.-P., Yu J.-Y., Li W.-R., Wang S.-Y., Pan N., 2005. A linear dynamic model for two-strand yarn spinning. *Textile Research Journal* 75: 87-90.

²⁷³ Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, 2001-2004. Badania nad sposobem wytwarzania techniką pneumatyczną (melt-blown) ultracienkich włókien celulozowych z roztworów NMMO. SYNABA II.

²⁷⁴ Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Katedra Technologii i Budowy Przędz, 2001-2003. Modelowanie parametrów przędz celulozowych formowanych na przędzarkach rotorowych. SYNABA II.

²⁷⁵ Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Katedra Technologii i Budowy Przędz, 1998-2000. Modelowanie procesu przędzenia z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. SYNABA II.

²⁷⁶ Quin L., Hinestroza J.P., 2004. Application of nanotechnology for high performance textiles. *J. Textile Apparel, Technology and Management* 4: 1-7.

²⁷⁷ Zhang M., Atkinson K.R., Baughman R.H. 2004. Multifunctional carbon nanotube yarns by downsizing an ancient technology. *Science* 306: 1358 - 1361

²⁷⁸ Dai H., Smalley R.E., Colbert D.T., Hafner J.H., Rinzler A.G., Nikolaev P., Liu J., Smith K. A., Guo T., Thess A., 2004. Method for growing continuous fiber. US Patent 5698175.

²⁷⁹ Hodge M.A., Srinivasan R., 2005. Multicomponent fiber with polyarylene sulfide component. US Patent no 6949288.

²⁸⁰ Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 2001-2003. Projektowanie przędz hybrydowych w układzie włókna szklane/włókna termoplastyczne przeznaczonych do wytwarzania kompozytów. SYNABA II.

²⁸¹ Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 1998-2001. Chemiczna modyfikacja multimonomerów winylowych. SYNABA II.

²⁸² Filia Politechniki Łódzkiej w Bielsku-Białej, Wydział Inżynierii Włókienniczej i Ochrony Środowiska, Instytut Włókienniczy, 2000-2001. Struktura nadcząsteczkowa włókien polipropylenowych modyfikowanych elastomerami. SYNABA II.

aktywności antybakteryjnej^{285,286}, przeciwdziałające rozwojowi roztoczy domowych²⁸⁷ etc.,

- “Inteligentne” tekstylia skonstruowane na bazie półprzewodzących włókien tworzących mikroprocesor („tekstronika”)

Tekstylia takie uzyskuje się w wyniku odpowiednio zaprojektowanego tkania lub wyszywania (3T - *Textile Technology for Textronics*)^{288,289}. Alternatywnym rozwiązaniem jest połączenie tradycyjnych tekstyliów z elastycznymi elementami krzemowymi lub nadruk elementów półprzewodzących na powierzchnię włókien (FE - *Fibre Electronics*)²⁹⁰. Tekstylia takie mogą służyć do produkcji specjalnych ubrań reagujących na stan organizmu użytkownika i dostosowujących parametry (bio-feedback) takie jak izolacyjność cieplną, paroprzepuszczalność, ucisk mechaniczny etc.²⁹¹ w zależności od zaprogramowania. Tekstylia takie mogą być także używane jako sensory do systemów nawigacji satelitarnej²⁹², jako programowalne tapety z wielofunkcyjnymi wyłącznikami reagującymi na ruch, światło, temperaturę etc.^{293,294},

- Nowego typu barwniki, poprawiające trwałość barwy i ułatwiające barwienie^{295,296,297},

²⁸³ Wang Y., 2006. Effect of fabric structures on the mechanical properties of 3-d textile composites. *J. Industrial Textiles* 35: 239-256.

²⁸⁴ Politechnika Łódzka; Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów; Instytut Architektury Tekstyliów, 2004. Tkane struktury przestrzenne z ukształtowanymi wewnętrznymi żebrami. SYNABA II.

²⁸⁵ Ye W., Leung M. F., Xin J., Kwong T. L., Lee D.K.L and Li P., 2005 Novel core-shell particles with poly(*n*-butyl acrylate) cores and chitosan shells as an antibacterial coating for textiles. *Polymer* 46: 10538-10543.

²⁸⁶ Aggarwal P., Phaneuf M.D., Bide M.J. ³, Sousa K.A. LoGerfo F.W. 2004. Development of an infection-resistant bifunctionalized Dacron biomaterial. *Journal of Biomedical Materials Research* 75: 224 – 231.

²⁸⁷ Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, 2001-2003. Nowoczesne, bioaktywne włókna syntetyczne ograniczające rozwój roztoczy kurzu domowego. SYNABA II.

²⁸⁸ Maccioni M., Orgiu E., Cosseddu P., Locci S., Bonfiglio A., 2006. Towards the textile transistor: Assembly and characterization of an organic field effect transistor with a cylindrical geometry. *Applied Physics Letters* 89: 143-145.

²⁸⁹ Lee, J.B., Subramanian, V., 2005. Weave patterned organic transistors on fiber for E-textiles. *IEEE Transactions on Electron Devices* 52: 269- 275.

²⁹⁰ Katragadda R.B., Xu Y., 2005. A novel intelligent textile technology based on silicon flexible skins. Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'05).

²⁹¹ Munro B.J., Steele J.R., Campbell T.E., Wallach G.G., 2004. Wearable textile biofeedback systems: are they too intelligent for the wearer? *Studies in Health Technology and Informatics* 108: 271 – 277.

²⁹² Lauterbach C., Glaser R., Savio D., Schnell M., Weber W., 2005. Integrated microelectronics for smart textiles. *Stud. Health Technol. Inform.* 117:72-79.

²⁹³ Bonfiglio, A., De Rossi D., Kirstein, T., Locher, I.R., Mameli, F., Paradiso, R., Vozzi, G. 2005. Organic field effect transistors for textile applications. *Information Technology in Biomedicine* 9: 319- 324.

²⁹⁴ Gimpel S., Mohring U., Muller H., Neudeck A., Scheibner W. 2004. Textile-based electronic substrate technology. *Journal of Industrial Textiles* 33: 179-189.

²⁹⁵ Chen H.-E., Chen J.-C., Yao W.-H., Tsou C.-H., Chen C.-C., 2005. Crosslinking structures and dyeing kinetics of cotton cellulose treated with a steeped process. *J. Appl. Polymer Sci.* 98: 2555 – 2562.

²⁹⁶ Viková M., Vik M. 2005. Colour shift photochromic pigments in colour space CIE L*a*b*. *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 43: 403 – 415.

²⁹⁷ Politechnika Łódzka; Wydział Chemiczny, 2002-2006. Nowoczesne barwniki reaktywne do włókien celulozowych. SYNABA II.

- Tekstylia zmieniające przejściowo barwę pod wpływem bodźców zewnętrznych, np. temperatury, promieniowania UV etc., tekstylia emitujące światło, zmieniające barwę na życzenie, wyświetlające wzory, napisy etc.²⁹⁸,
- Tekstylia specjalnego przeznaczenia,
 - Tekstylia do zastosowań medycznych, w tym na opatrunki^{299,300}, implanty³⁰¹ i pościel przeciwoleżynową³⁰²,
 - Tekstylia na odzież sportową³⁰³, ochronną³⁰⁴, kamizelki kuloodporne^{305,306} etc.,
- Tkaniny kształtowe do zastosowań w kompozytach konstrukcyjnych^{307,308,309},
- Zastosowanie technik komputerowych w projektowaniu tekstyliów i odzieży^{310,311}.

W bazie danych SYNABA II zamieszczonych jest 30 projektów badawczo-rozwojowych dotyczących przemysłu tekstylnego i odzieżowego. Wszystkie z nich dobrze wpisują się w światowe trendy badawcze i technologiczne. Zdecydowana większość z tych projektów realizowana jest przez jednostki badawcze i badawczo-rozwojowe z Łodzi, co świadczy o bardzo dobrze rozwiniętym zapleczu B+R dla rozwoju tej branży regionie.

4.3. Budownictwo i przemysł materiałów budowlanych

²⁹⁸ Agrawal A.K., Jassal M., Vishnoi A., Save N.S., 2004. Temperature responsive fibers with anisotropic transitional behavior. *J. Applied Polymer Science* 95: 681-688.

²⁹⁹ Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 2001-2004. Biozgodne materiały opatrunkowe z płaskich nietkanych wyrobów z dibutyrylochityny. SYNABA II.

³⁰⁰ Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 1998-2001. Modyfikacja chemiczna materiałów dibutyrylochitynowych w celu uzyskania nowych bioaktywnych chitynowych materiałów opatrunkowych. SYNABA II.

³⁰¹ Ye W., Leung M. F., Xin J., Kwong T. L., Lee D.K.L and Li P., 2005. Novel core-shell particles with poly(*n*-butyl acrylate) cores and chitosan shells as an antibacterial coating for textiles. *Polymer* 46: 10538-10543.

³⁰² Instytut Technicznych Wyrobów Włókienniczych "Moratex", Łódź, 2005-. Przestrzenny, wielowarstwowy włókiennie-polimerowy kompozyt stanowiący wierzchni materiał materacy przeciwoleżynowych. SYNABA II.

³⁰³ Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2002-2004. Nowoczesne wielowarstwowe układy włókiennie-tworzywowe przeznaczone na specjalne rodzaje odzieży ochronnej i sportowej. SYNABA II.

³⁰⁴ Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny antyelektrostatyczne na odzież wierzchnią, użytkowaną w strefach zagrożonych wybuchem i przystosowanych do niekorzystnych warunków atmosferycznych. SYNABA II.

³⁰⁵ Hogenboom, E H M; Van Gorp, H M. 2005. Bulletproof Woven Fabric. US patent No 20512.

³⁰⁶ Instytut Technicznych Wyrobów Włókienniczych "Moratex", Łódź, 2003-2004. Projektowanie struktur kompozytów włóknistych stosowanych jako sztywne ochrony balistyczne. SYNABA II.

³⁰⁷ Uomoto U., Mutsuyoshi H., Katsuki F., Misra S., 2002. Use of fiber reinforced polymer composites as reinforcing material for concrete. *J. Mat. Civ. Eng.* 14: 191-209.

³⁰⁸ Kruger, M; Ozbolt, J; Reinhardt, H-W 2002. A discrete bond model for 3d analysis of textile reinforced and prestressed concrete elements. *Otto Graf J.* 13: 111-128.

³⁰⁹ Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny kształtowe do zastosowania w kompozytach konstrukcyjnych. SYNABA II.

³¹⁰ Parsons J.L., Campbell J. R., 2004. Digital apparel design process: placing a new technology into a framework for the creative design process. *Clothing and Textiles Res. J.* 22: 88-98.

³¹¹ Behera B.K., Muttagi S.B., 2005. Comparative analysis of modeling methods for predicting woven fabric properties. *J. Textile Eng.* 51: 1-9.

Budownictwo jest obecnie jednym z najbardziej „medialnych” tematów w Polsce. Spowodowane jest to głównie bardzo szybko rosnącymi cenami mieszkań, ale także bardzo zaniedbaną infrastrukturą komunikacyjną i potrzebą jej szybkiej modernizacji i rozbudowy. Zarówno budownictwo mieszkaniowe, jak i inżynieryjne nie nadążają za potrzebami i oczekiwaniami społecznymi. Stwarza to korzystny klimat dla inwestycji i rozwoju nowych technologii, które przyczynią się do przyspieszenia tempa realizacji inwestycji i obniżenia kosztów.

Nowoczesne konstrukcje budowlane, takie jak kilkusetmetrowej wysokości wieżowce czy mosty o kilkusetmetrowej długości przęsła wymagają nowych, lżejszych i bardziej wytrzymałych materiałów budowlanych. Zastosowanie znajdują w nich zarówno tradycyjne betony, jak i nowoczesne materiały kompozytowe³¹², w których wykorzystuje się zdobycze nauk podstawowych jak nanotechnologia i technologia materiałowa³¹³. Ze względu na konieczność ochrony zasobów naturalnych i dążenie do produkcji zrównoważonej, do wytwarzania materiałów budowlanych coraz częściej wykorzystuje się jako surowce materiały odpadowe z innych przemysłów, przede wszystkim górnictwa i hutnictwa³¹⁴.

Potrzeba ochrony środowiska oraz wysokie koszty energii przyczyniają się do dynamicznego rozwoju budownictwa energooszczędnego. Najwięcej energii w tradycyjnym budownictwie zużywa się na ogrzewanie. Dlatego szybko rozwija się konstrukcja budynków energooszczędnych, w których dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań można ograniczyć do niezbędnego minimum zapotrzebowanie na energię grzewczą. Tworzone są tzw. „budynki pasywne” (ang. *zero energy buildings*)³¹⁵ w których dzięki doskonałej izolacyjności termicznej do utrzymania bilansu cieplnego wystarczają tzw. pasywne źródła energii, jak energia słoneczna przenikająca przez okna lub akumulowana w domu za pomocą termosyfonów czy diód termicznych (które w lecie mogą służyć także do chłodzenia wnętrza)³¹⁶, ciepło wytwarzane przez mieszkańców czy ciepło będące ubocznym skutkiem działania urządzeń gospodarstwa domowego. Zarówno w budynkach „pasywnych”, jak i w tradycyjnym budownictwie coraz częstsze zastosowanie znajdują też kolektory słoneczne do podgrzewania wody, które dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii są skuteczne także w zimie, przy

³¹² Nordin H., Täljstena B. 2004. Testing of hybrid FRP composite beams in bending. *Composites. Part B: Engineering* 35: 27-33.

³¹³ Zhu W., Bartos P. J. M., Porro A. 2006. Application of nanotechnology in construction. *Materials and Structures* 37: 649-658.

³¹⁴ Rai A., Rao D.B.N. 2005. Utilisation potentials of industrial/mining rejects and tailings as building materials. *Management of Environmental Quality: An International Journal* 16: 605 – 614.

³¹⁵ Pless S., Deru M., Crawley D. 2006. Zero energy buildings: a critical look at the definition. *Proceedings of ACEEE Summer Study, 14-18 August 2006, Long Beach, California, USA.*

³¹⁶ Bieliński H. 2004. Konwencja naturalna w obiegu termosyfonowym diody termicznej. Praca doktorska. Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego PAN. <http://nauka->

ujemnych temperaturach otoczenia³¹⁷.

Z drugiej strony, w budownictwie światowym obserwuje się ostatnio trend to wykorzystania tradycyjnych materiałów budowlanych, takich jak drewno, słoma, trzcina czy glina, aczkolwiek przy ich stosowaniu wykorzystuje się najnowsze rozwiązania technologiczne. Budynki mieszkalne wykonane z takich materiałów mają wiele zalet: są tanie, energooszczędne i mają korzystny mikroklimat. Nie bez znaczenia jest też fakt, że materiały te są w większości odnawialne a po okresie eksploatacji domu ulegają biodegradacji, przez co nie przyczyniają się do zanieczyszczania środowiska. Tradycyjne materiały wykorzystuje się przede wszystkim do budowy małych domów jednorodzinnych, ale wykonywano z nich także większe obiekty sakralne i publiczne³¹⁸.

Podobnie jak w innych działach gospodarki, także w budownictwie szerokie zastosowanie znalazły techniki komputerowe, które wykorzystuje się zarówno do projektowania materiałów jak i konstrukcji budowlanych, tworzenia i weryfikacji modeli³¹⁹ oraz do nadzoru prac³²⁰. W tym ostatnim przypadku coraz częściej wykorzystuje się też technikę GPS (ang. *Global Positioning System*)³²¹.

Zdecydowana większość prac z dziedziny budownictwa zamieszczonych w bazie danych SYNABA miała charakter odtwórczy lub przyczynkarski i dotyczyła analizy parametrów tradycyjnych materiałów i konstrukcji lub modyfikacji/adaptacji istniejących technologii. Prace oryginalne prowadzone w polskich ośrodkach, które były stosunkowo nieliczne, wpisywały się dobrze w ogólne kierunki badań w nauce światowej. Należały do nich:

- Modelowanie matematyczne obiektów i procesów oraz zastosowanie technik numerycznych do analizy statycznej i dynamicznej konstrukcji budowlanych, mechaniki elementów konstrukcyjnych, probabilistyczne metody projektowania, zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w inżynierii lądowej etc.^{322,323,324,325,326,327}.

polska.pl/raporty/opisy/osoby/123000/o123205.htm.

³¹⁷ US Department of Energy. A consumer's guide to energy efficiency and renewable energy. http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/water_heating/index.cfm.

³¹⁸ Sustainable Building Sourcebook: Straw Bale Construction. <http://www.greenbuilder.com/sourcebook>.

³¹⁹ Aouad G., Wu s., Lee A. 2006. nDimensional modeling technology: past, present, and future. *J. Comp. Civ. Engrg.* 20: 151-153.

³²⁰ Christensen, C. ; Horowitz, S. ; Givler, T. ; Courtney, A. ; Barker, G. 2005. BEopt: software for identifying optimal building designs on the path to zero net energy. *Proceedings ISES 2005 Solar World Congress*, 08 –12 August 2005, Orlando, Florida, USA.

³²¹ Construction site security and safety with GPS satellite tracking . www.safefreight.com/fleet-management-technology.

³²² Politechnika Poznańska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2003. *Statyka i dynamika złożonych układów konstrukcyjnych*. SYNABA II.

³²³ Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2002. *Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych, algorytmów genetycznych i zbiorów rozmytych w teorii konstrukcji*. SYNABA II.

³²⁴ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, 2005. *Rozwijanie metod*

- Technologie produkcji nowych zapraw i materiałów wiążących, w tym z wykorzystaniem produktów odpadowych i recyklingu^{328,329},
- Nowe elementy konstrukcyjne, w szczególności kompozytowe^{330,331,332,333,334}, z wykorzystaniem zbrojeń w postaci tkanych struktur trójwymiarowych wykonanych z włókien naturalnych i syntetycznych³³⁵,
- Budynki energooszczędne^{336,337,338,339} i budynki pasywne („zero-energy buildings”)³⁴⁰,
- Nowe technologie wykonywania konstrukcji, w szczególności bezwykopowe technologie wykonywania inżynierskich konstrukcji podziemnych^{341,342,343}.

obliczeniowych do zagadnień mechaniki konstrukcji. SYNABA II.

- ³²⁵ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Środowiska, 2003. Komputerowe metody nieliniowej analizy konstrukcji inżynierskich. SYNABA II.
- ³²⁶ Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2004. Opracowanie użytkowej wersji systemu komputerowego oceny akustycznej budynków mieszkalnych. SYNABA II.
- ³²⁷ Politechnika Świętokrzyska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001. Kontynuálne modele w analizie pracy płyt żelbetowych. SYNABA II.
- ³²⁸ Instytut Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice, 1999-2002. Badania nad opracowaniem wysokoogniotrwałych spoiw korundowo-glinianowych (a -Al₂O₃ - CA). SYNABA II.
- ³²⁹ Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2003 Nowe techniki i materiały do budowy oraz napraw hydrotechnicznych budowli ziemnych i betonowych SYNABA
- ³³⁰ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej 2005. Materiały kompozytowe we wzmocnieniach konstrukcji inżynierskich. Instytucja wykonująca, SYNABA II.
- ³³¹ Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa, 1997-2000. Mechanizmy kruchości i trwałość kompozytów cementowych z włóknami szklanymi. SYNABA II.
- ³³² Instytut Techniki Budowlanej, 2002 –2003. Wzmacnianie zginanych elementów żelbetowych za pomocą włókien węglowych. SYNABA II.
- ³³³ Politechnika Łódzka, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, 2001-2003. Wzmacnianie żelbetowych elementów materiałami kompozytowymi z włóknami węglowymi przy zginaniu, ścinaniu, ściskaniu. SYNABA II.
- ³³⁴ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001-2002. Trwałość belek żelbetowych wzmocnianych kompozytami. SYNABA II.
- ³³⁵ Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny kształtowe do zastosowania w kompozytach konstrukcyjnych. się korzystniejszym od dotychczas stosowanych materiałów stosunkiem masy do własności mechanicznych. SYNABA II.
- ³³⁶ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii Lądowej, 2005-. Budownictwo spełniające warunki zrównoważonego rozwoju. SYNABA II.
- ³³⁷ Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2002-2004. Przezroczyste układy materiałów w budynkach. SYNABA II.
- ³³⁸ Politechnika Szczecińska, Wydział Budownictwa i Architektury, 1998-2000. Analiza możliwości wykorzystania gruntu jako dolnego źródła ciepła z pionową sondą ciepła w układzie z czynnikiem pośredniczącym. SYNABA II.
- ³³⁹ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, 2001-2004. Niskoenergetyczne systemy ogrzewania budynków. SYNABA II.
- ³⁴⁰ Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2002-2005. Budynki o niskim zużyciu energii do ogrzewania i budynki pasywne. SYNABA II.
- ³⁴¹ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska 2001. Opracowanie modelu teoretycznego optymalnego doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych. SYNABA II.
- ³⁴² Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001-2002. Optymalizacja doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych z uwzględnieniem specyfiki warunków miejskich. SYNABA II.
- ³⁴³ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2005 –Analiza parametrów technicznych charakteryzujących technologie bezwykopowej budowy sieci podziemnych. SYNABA II.

4.5. Farmacja, przemysł farmaceutyczny i technologie medyczne

Trendy rozwojowe w światowej farmacji i przemyśle farmaceutycznym

Dostępne na rynku leki można podzielić na leki innowacyjne (oryginalne, opracowane przez daną firmę, opatentowane) i leki generyczne (odtwórcze, stanowiące odpowiednik leku oryginalnego, po wygaśnięciu patentu). Przez długi czas uważano, że leki odtwórcze muszą być gorsze od leku oryginalnego, na co wskazywała nie tylko ich cena ale i możliwość wprowadzenia na rynek leku generycznego o większej tolerancji dla niektórych parametrów dotyczących np. szybkości wchłaniania się substancji czynnej. Od czasu prowadzenia wymogu udowodnienia przez wytwórcę biorównoważności leku generycznego (identyczności pod względem nie tylko składu ale i parametrów farmakokinetycznych) z lekiem oryginalnym, lek generyczny nie może niczym (poza nazwą i ceną) różnić się od leku innowacyjnego. Oznacza to zmianę rynku leków jak i polityki lekowej. Konsekwencją jest ostra walka konkurencyjna między wytwórcami obu rodzajów leków. W 1984 leki generyczne stanowiły 19% rynku farmaceutycznego w USA, a w 2001 aż 45%. W Polsce i w krajach europejskich dominują na rynku leki generyczne. W ujęciu wartościowym stanowią one ponad 60% polskiego rynku, a w ujęciu ilościowym ponad 85%. W całej Unii Europejskiej udział ten jest mniejszy, lecz wyższy niż w USA.

Na światowym rynku farmaceutycznym dominują firmy amerykańskie. Spośród 10 produktów farmaceutycznych wiodących na rynku światowym 6 pochodzi z USA a tylko 3 z Europy³⁴⁴. Co więcej, ponad 60% wniosków o przyznanie patentu na wyroby medyczne w Europie składają firmy amerykańskie. Większość badań nad nowymi lekami prowadzona jest w laboratoriach firmowych. Ponad 70% leków innowacyjnych jest opracowywanych przez firmy farmaceutyczne, a zaledwie 8 - 10% przez uniwersytety - głównie amerykańskie i japońskie. Wraz z innymi czynnikami sprzyja to łączeniu się firm farmaceutycznych w olbrzymie, ponadnarodowe przedsiębiorstwa dysponujące budżetami często większymi od budżetów wielu państw. Zwiększający się udział w rynku leków odtwórczych prowadzi do zwiększenia liczby firm spełniających funkcję tzw. „*fast followers*” – przedsiębiorstw szybko wprowadzających na rynek odpowiedniki leku oryginalnego, bądź producentów leków „*me too*” – możliwie maksymalnie zbliżonych do leku oryginalnego, otrzymanych przez zastosowanie np. nowych, prostszych bądź wydajniejszych metod syntezy substancji czynnej lub modyfikacji składu substancji pomocniczych. Stąd produkcja substancji czynnych leku do wytwarzania leków generycznych ma miejsce w krajach o bardziej liberalnych przepisach i niskich kosztach pracy

jak np. Indie, natomiast produkcja leków w krajach Europy, w tym w Polsce, polega nie na wytworzeniu substancji czynnej a na przygotowaniu formy ostatecznej leku i jego konfekcjonowaniu. Wytwórca leku jest natomiast odpowiedzialny za przeprowadzenie badań biorównoważności i dostarczenie danych niezbędnych do jego rejestracji, w których przygotowaniu niezbędny jest udział ekspertów – z reguły uniwersyteckich - farmaceutów i klinicystów.

W procesie wytwarzania leku bardzo ważną rolę odgrywają badania przedkliniczne i kliniczne. Badania przedkliniczne obejmują testy *in vitro* i *in vivo* na zwierzętach prowadzone w celu określenia toksyczności ostrej, podostrej i przewlekłej. Badania kliniczne prowadzone są w trzech fazach. W fazie I badań ocenia się wstępnie bezpieczeństwo stosowania testowanego środka. Badane jest jego wchłanianie, metabolizm, wydalanie, toksyczność oraz interakcje z pożywieniem i powszechnie stosowanymi lekami. Wyniki tej części prac nad nowym lekiem pozwalają wstępnie określić jego dawkowanie. W I fazie badań klinicznych bierze zazwyczaj udział kilkudziesięciu zdrowych ochotników.

Celem II fazy badań klinicznych jest stwierdzenie, czy nowy lek działa u określonej grupy chorych i czy jest bezpieczny. Podczas tej części prac ustala się także związek pomiędzy dawką a efektem działania preparatu, co pozwala na ostateczne ustalenie dawki stosowanej w kolejnej fazie badań oraz dalszą ocenę skuteczności i bezpieczeństwa preparatu. W II fazie testów prowadzi się pierwsze badania porównawcze działania nowego leku i placebo lub terapeutyku standardowo stosowanego w leczeniu danego schorzenia. Aby obiektywnie ocenić działanie nowego leku, badania te prowadzi się najczęściej metodą podwójnie ślepej próby (ani pacjent, ani badacz nie wiedzą, jaka substancja jest podawana choremu³⁴⁵). Ważny jest też losowy dobór pacjentów do poszczególnych grup. Badania II fazy obejmują kilkuset ochotników - pacjentów cierpiących na dane schorzenie. Po dokładnej analizie danych związanych ze stosowaniem leku u ludzi, gdy stosunek korzyści do ryzyka został określony, można rozpocząć III fazę badań.

W III fazie badań klinicznych, prowadzonej z udziałem kilku tysięcy chorych, ostatecznie potwierdza się skuteczność testowanego leku w konkretnym schorzeniu. Celem tej części prac badawczych nad nowym środkiem jest określenie związku pomiędzy jego bezpieczeństwem a skutecznością podczas krótkotrwałego i długotrwałego stosowania³⁴⁶. Badania kliniczne zazwyczaj prowadzone są w szpitalach uniwersyteckich, a ich koordynacją zajmują się odpowiednio wyszkoleni specjaliści. Żadna z trzech faz badania klinicznego nie może się obejść bez udziału doświadczonych badaczy, zarówno klinicystów, jak i tzw. koordynatorów badań

³⁴⁴ <http://www.spff.pl/index.php>.

³⁴⁵ O tym wie jedynie koordynator badania klinicznego.

³⁴⁶ <http://www.gcpl.org.pl/index/archiwum/50,badania,kliniczne,polsce.html>.

klinicznych (ang. *clinical research coordinator* - CRC)³⁴⁷.

Tak więc, w badaniach leków innowacyjność zależy nie tylko od prac prowadzonych w laboratoriach badawczych ale także od zakresu i zasięgu badań klinicznych. Warto wspomnieć, że dokładna obserwacja pacjentów w II czy III fazie może zmienić wskazania do stosowania konkretnego leku³⁴⁸, a dokładna analiza wyników badań (w fazie III bądź w późniejszych badaniach po wprowadzeniu leku na rynek) może nawet doprowadzić do wycofania leku z rynku³⁴⁹.

Koszt wprowadzenia nowego leku wynosi setki milionów USD³⁵⁰, co wynika przede wszystkim z nakładów na badania i marketing. Marzeniem każdej firmy farmaceutycznej jest wprowadzenie leku „przełomowego” (ang. „*blockbuster drug*”), który rozwiąże problemy terapeutyczne w określonej chorobie. W ciągu ostatnich 10 lat na rynku światowym pojawiło się zaledwie ok. 30 leków przełomowych. Ich historia naturalna – na przykładzie leku przeciw wrzodom żołądka – omeprazolu - obejmuje kilkanaście lat prac badawczych i klinicznych podczas których opracowano ponad 150 związków o potencjalnym działaniu, z których amerykańska Agencja ds. Leków i Żywności (*Food and Drug Administration* – FDA) dopuściła do obrotu 30 leków. Z tych zaledwie 9 przyniosło znaczne zyski³⁵¹. Całość prac trwała ponad 12 lat, przy czym okres od opracowania koncepcji pompy protonowej do rozpoczęcia prac laboratoryjnych trwał 9 lat (od 1968 do ok. 1977), lek zsyntetyzowano w roku 1978, badania kliniczne rozpoczęto w roku 1984 a na rynek USA wprowadzono go w roku 1989. Wprowadzony lek zastosowano do leczenia choroby refluksowej, której koszty Amerykanie szacują na 10 mld dolarów rocznie (wydatki na leki, absencja chorobowa, koszty leczenia ambulatoryjnego i szpitalnego). Koszty powyższe omeprazol miał zmniejszyć o 50%. Patent dla wytwórcy leku oryginalnego wygasł w 2001 roku i na rynek weszły leki generyczne.

Według Cuatrecasas’a³⁵², prace nad wytworzeniem nowego leku są mało produktywne, a przez to kosztowne. Wynika to przede wszystkim z polityki wielkich firm farmaceutycznych, które nastawione są na szybki zysk i są zainteresowane w rozwijaniu i odkrywaniu przede wszystkim takich leków, dla których rynek szacowany jest w setkach milionów dolarów rocznie. Przyczyną takiej sytuacji jest nacisk na szybki zwrot inwestycji jaki wywierają udziałowcy,

³⁴⁷ Yanagawa H., Nishiya M., Miyamoto T., Shikishima M., Imura M., Nakanishi R., Ariuchi K., Akaishi A., Takai S., Abe S., Kisyuku M., Kageyama C., Sato C., Yamagami M. 2006. Clinical trials for drug approval: a pilot study of the view of doctors at Tokushima University Hospital. *J. Med. Invest.* 53: 292-296.

³⁴⁸ Viagra była początkowo lekiem rozszerzającym naczynia wieńcowe, a jej działanie na naczynia krwionośne narządów płciowych - działaniem ubocznym.

³⁴⁹ Przykładem są leki przeciwreumatyczne (tzw. koksyby), które powodowały zgony z powodu choroby serca.

³⁵⁰ Kubiak W: Medicine and pharmacy – facts and myths about the development of an innovative pharmaceutical industry in Poland. *Sci. Eng. Ethics* 2005, 11 (1) 41-51.

³⁵¹ Berkowitz BA, Sachs G: Life Cycle of A Block Buster Drug. *Molecular Interventions* 2002, 2, 6-11.

³⁵² Cuatrecasas P: Drug discovery in jeopardy *J Clin Invest* 2006, 116 (11) 2837-2842

banki i analitycy na dyrekcje dużych firm. Stwarza to niszę dla producentów leków mniej masowych. Cuatrecasas uważa, że przyszłość farmacji polegać będzie na ulepszaniu parametrów leków już istniejących przez duże firmy a bardziej innowacyjne staną się niewielkie firmy, zwłaszcza biotechnologiczne.

Należy przy tym uwzględnić zmiany zachodzące w sposobie opracowywania nowych leków. Przez niemal cały XX w. stosowano metody polegające na ulepszaniu istniejących wcześniej leków (bądź potencjalnych leków) przy pomocy modyfikacji ich struktury przez wstawianie kolejnych podstawników i ocenie skuteczności nowych molekuł jako leku. Obecnie podstawą sukcesów amerykańskich i japońskich firm farmaceutycznych jest wykorzystywanie wyników badań podstawowych z dziedziny fizjologii, genetyki czy farmakologii, i na tej podstawie projektowanie struktury chemicznej leku. Często stosowaną metodą jest modelowanie matematyczne pozwalające na określeniu prawdopodobnego oddziaływania leku na odpowiednie receptory. Tak zaprojektowany nowy związek (*New Molecular Entity* - NME) może być zarejestrowany (i prawnie chroniony) jeszcze zanim lek został wprowadzony na rynek. W latach 1990 - 2003 FDA zarejestrowała 1171 nowych leków, z czego NME stanowiły 34%.

Drugim obszarem zainteresowania przemysłu farmaceutycznego są tzw. leki naturalne, pochodzenia roślinnego bądź zwierzęcego. W FDA obecnie badanych jest ponad 3500 preparatów pochodzenia naturalnego - więcej niż nowych molekuł pochodzenia syntetycznego. Prace nad lekami naturalnymi bazują w stadium początkowym na danych epidemiologicznych bądź quasi-epidemiologicznych dotyczących lepszego stanu zdrowia mieszkańców niektórych okolic bądź danych świadczących o korzystnym wpływie składników niektórych diet, np. diety śródziemnomorskiej czy eskimoskiej, na zdrowie konsumentów. Są one bardzo trudne pod względem metodologicznym ze względu na kłopoty np. z wystandaryzowaniem dawki leku. Z drugiej strony za tym rodzajem poszukiwań stoi wielusetletnia tradycja ziołolecznictwa.

Szanse rozwoju farmacji i przemysłu farmaceutycznego w regionie łódzkim

Badania prowadzone przez polskie placówki badawcze były zgodne z ogólnymi trendami w farmacji światowej. Ponad 70 projektów z dziedziny farmacji opisanych w bazie danych SYNABA II (patrz Aneks) dotyczyło badań w następujących obszarach:

- fitofarmacji – pozyskiwanie nowych leków ziołowych i selekcja roślin zielarskich o zwiększonej zawartości substancji aktywnych;
- modelowania matematycznego i molekularnego nowych leków i ich oddziaływania z receptorem;

- wytwarzania radiofarmaceutyków do diagnostyki i terapii;
- syntezy pochodnych znanych preparatów;
- nowych formułacji i nośników znanych leków;
- tylko nieliczne prace dotyczyły syntezy i badania nowych leków.

Dwanaście spośród tych projektów realizowanych jest, lub było, na Wydziale Farmaceutycznym Uniwersytetu Medycznego w Łodzi oraz na Politechnice Łódzkiej. W porównaniu z innymi ośrodkami akademickimi - uczelniami medycznymi i technicznymi w Polsce - jest to wartość powyżej przeciętnej. Zakres prowadzonych prac odpowiada tematyce prac prowadzonych na świecie. Natomiast stopień ich innowacyjności jest zróżnicowany, a możliwości wdrożenia do praktyki – raczej ograniczone.

Potencjał badawczy regionu łódzkiego w zakresie innowacyjnej farmacji stanowi kadra naukowa i infrastruktura badawcza Uniwersytetu Medycznego oraz Instytutów Badawczo-Rozwojowych branży medycznej, a także badacze zajmujący się naukami podstawowymi we wszystkich uczelniach i instytutach regionu. Jest to więc potencjał znaczny. Gorzej wygląda motywacja badaczy do podejmowania działalności innowacyjnej i wdrożeniowej w przedsiębiorstwach. Według Tamowicza³⁵³, na 18 akademickich spółek spin-off w Polsce pięć można zaliczyć do innowacyjnej farmacji. Z tych pięciu przedsiębiorstw akademickich trzy (PHARMENA, PROTEON PHARMACEUTICALS i IFOFARM) znajdują się w Łodzi i prowadzone są przez naukowców z Politechniki Łódzkiej bądź z PAN. Zwraca uwagę brak firm innowacyjnych założonych przez farmaceutów i lekarzy z Uniwersytetu Medycznego, chociaż analizując 42 firmy farmaceutyczne działające w naszym regionie łatwo można znaleźć przedsiębiorstwa produkcyjne założone i prowadzone przez dawnych pracowników Akademii Medycznej. Dwanaście z wymienionych 42 firm prowadzi, bądź może prowadzić, działalność odpowiadającą nazwie „innowacyjna farmacja”. Problem nie polega więc na braku potencjału, zwłaszcza ludzi o niekiedy wybitnych kwalifikacjach, lecz na motywacji.

W światowej farmacji, poza lekami syntetycznymi, duże znaczenie mają biofarmaceutyki uzyskiwane metodami biotechnologicznymi. Należą do nich rekombinowane, aktywne biologicznie białka, hormony, immunoglobuliny oraz antygeny patogenów (szczepionki), których otrzymywanie opisano w części poświęconej biotechnologii. W Polsce, poza firmą BIOTON produkującą na skalę przemysłową rekombinowaną ludzką insulinę, i w której prowadzone są także prace nad technologią produkcji innych ludzkich hormonów, badania takie są rzadkością. Przyczyny tego stanu rzeczy są złożone, niemniej jednak niedobory finansowe i bariery organizacyjno-prawne stojące przed przedsiębiorcami wciąż skutecznie zniechęcają

³⁵³ Tamowicz P. 2006. Przedsiębiorczość akademicka. Spółki spin-off w Polsce. PARP, Warszawa.

naukowców do podejmowania działalności gospodarczej.

Technologie medyczne i technologie w medycynie

Pojęcia „technologie medyczne” i „technologie w medycynie” należy wyraźnie od siebie oddzielić. Lepiej to widać w określeniach angielskich niż polskich. „*Health Technology Assessment*” (HTA) dostarcza zarządzającym opieką zdrowotną wiarygodnych, rzetelnych informacji opartych na dowodach (*Evidence Based Medicine* - EBM) dotyczących efektywności i skuteczności leków i innych technologii. Według Bridges i Jones³⁵⁴, celem HTA jest zapewnienie pacjentowi dostępu do informacji i dialogu między pacjentem a personelem medycznym. W Polsce zagadnieniami HTA zajmuje się powołana przez Ministra Zdrowia Agencja Oceny Technologii Medycznych.

Technologia w medycynie (ang *medical technolog*) odnosi się do zastosowania nauki i technologii w diagnostyce i terapii. Technologie w medycynie to np. opracowanie nowych leków, materiałów medycznych czy procedur związanych z diagnozowaniem, terapią, rehabilitacją itp. w celu poprawy stanu zdrowia. Technologie mogą być ukierunkowane na identyfikowanie natury chorób, ale i zdrowia i jego determinant, jak i na interwencje z użyciem urządzeń, leków, metod biologicznych i wszelkich innych w celu wydłużenia życia i poprawy jego jakości. W tym zawarte są także odkrycia i przełomowe innowacje, jak np. promienie Rentgena. Jak widać, w tych pojęciach mieści się niemal każde działanie i każdy temat badawczy spośród kilkuset realizowanych w Uniwersytecie Medycznym i łódzkich JBR z branży medycznej. Większość z nich można traktować jako innowacyjny, chociaż nie skutkują one ani nowymi lekami ani przełomowymi wynalazkami.

We współczesnych naukach medycznych, zwłaszcza klinicznych, można wyróżnić dwie tendencje:

- Indywidualne podejście do każdego pacjenta – indywidualizacja diagnostyki (specjalne testy np. alergiczne, specjalnie przygotowane znaczniki izotopowe a nawet leki dostosowane do indywidualnego pacjenta),
- Agregowanie pacjentów w tzw. jednorodne grupy diagnostyczne (*Disease-related Groups DRG*). Dla ludzi w podobnym wieku, z tą samą chorobą przy zastosowaniu podobnych procedur leczniczych koszty leczenia powinny być zbliżone, jeśli nie identyczne. Liczba DRG w różnych krajach waha się od 400 do ponad 2400.

www.parp.gov.pl/files/74/81/106/przed_akademicka.pdf.

³⁵⁴ John F. Bridges P., Jones C. 2007. Patient-based health technology assessment: A vision of the future. *Internat. J. Technol. Assessment Health Care* 23: 30–35.

Obie tendencje ścierają się ze sobą i w miarę postępu wiedzy medycznej okazać się może, że idealna DRG składa się z jednego, a może nawet mniej niż jednego pacjenta (w różnych okresach życia).

Badania typu „foresight” przeprowadzone na początku XXI w Wielkiej Brytanii, Austrii i Niemczech³⁵⁵ wykazały, że innowacyjność w opiece zdrowotnej zależy przede wszystkim od czynników politycznych, które wpływają na technologie. W kontekście zmian demograficznych priorytetem są badania w zakresie onkologii, badań nad demencją oraz sztucznymi narządami do przeszczepów, natomiast mniejszą wagę przywiązuje się do badań podstawowych. Technologiczne innowacje z dziedziny telekomunikacji i zdalnej diagnostyki mają wspierać socjomedyczną opiekę nad pacjentem w domu a jednym z ważniejszych celów innowacji było powstrzymanie wzrostu kosztów opieki. Po niespełna 7 latach od publikacji koncepcje powyższe zostały dość surowo zweryfikowane przez życie. Dotyczy to przede wszystkim kwestii kosztów opieki zdrowotnej. Wzrost nie został ani zahamowany, ani nawet zwolniony. Oznacza to, że postawienie doraźnych „problemów do rozwiązania” zamiast identyfikacji zagadnień strategicznych może prowadzić do istotnych pomyłek. Według Bodenheimera³⁵⁶, innowacje technologiczne przy słabej kontroli kosztów są główną przyczyną wzrostu kosztów opieki medycznej w USA. Wymienia się tu rezonans magnetyczny (NMR), tomografię komputerową, kardiologię interwencyjną, intensywny nadzór kardiologiczny i neonatologiczny oraz tomografię pozytronową (PET).

W odróżnieniu od podejścia technicznego (innowacyjność ma się wiązać głównie z aparaturą diagnostyczną) podejście bardziej medyczne obejmuje także inne obszary innowacyjności. Omawiając tzw. innowacyjne technologie w medycynie można wyróżnić następujące obszary „czystej” innowacyjności tzn. dające produkty, które można sprzedać na rynku:

- Diagnostyka izotopowa – produkcja znaczników, substancji diagnostycznych przygotowywanych dla konkretnego pacjenta.
- Opracowanie leków hormonalnych – zwłaszcza peptydów i białek przy zastosowaniu biotechnologii.
- Biomateriały – np. inteligentne protezy, protezy naczyniowe uwalniające leki, uzupełnienia protetyczne kości.

Do innowacyjnych technologii w medycynie, które jeszcze nie osiągnęły stadium komercjalizacji ale roszą nadzieje na przełomowe zmiany w przyszłości należą:

³⁵⁵ Wildi K, Torgersen H. 2000. Foresight in medicine. Lessons from three European Delphi studies. Eur. J. Public Health 10:114-119.

³⁵⁶ Bodenheimer H. 2005. High and rising health care costs. Part 2: technologic innovation. Ann. Intern. Med. 142: 932-937.

- Mechanizmy leżące u podstaw procesów chorobowych (szeroko rozumiana endokrynologia, immunologia w różnych aspektach, neurofizjologia i neurologia, farmakologia, sterowanie procesami biologicznymi, starzenie się i śmierć komórek),
- Informatyka medyczna i telemedycyna – sieci eksperckie, wspieranie podejmowania decyzji klinicznych i organizacyjnych,
- Losy leku w ustroju – indywidualizacja terapii, monitorowanie terapii stężeniem leku, farmakologia kliniczna, biofarmacja,
- Mikrobiologia i epidemiologia – w połączeniu z zarządzaniem – skuteczne zwalczanie infekcji wewnątrzszpitalnych.

W każdym z powyższych obszarów Uniwersytet Medyczny jak również resortowe instytuty badawczo-rozwojowe prowadzą prace o różnym stopniu intensywności, w zależności od istniejącego zaplecza badawczego i dostępnych środków.

Według Combsa³⁵⁷, do przełomowych technologii w medycynie należą: medycyna molekularna, nanotechnologia, technologie wykorzystujące fale elektromagnetyczne do terapii i diagnostyki, robotyka i modelowanie matematyczne oraz tzw. *fabricators* (inteligentne tkaniny, systemy dostarczania leków itp.). Opinia ta uwzględnia przede wszystkim wykorzystanie w praktyce wyników badań podstawowych.

W podsumowaniu można przyjąć, że przełomowe odkrycia i technologie w medycynie będą miały źródła w:

- Naukach podstawowych – teoretycznych, pozwalających na zrozumienie podstaw działania komórki, tkanki, układu i organizmu. Tutaj istotną rolę odegra genomika i proteomika, wirusologia i szeroko rozumiana immunologia. Na przykład:
 - Terapia genowa – bardzo szeroko nagłaśniana jako metoda leczenia wszystkiego – liczy sobie niespełna 20 lat i wymaga jeszcze wielu badań z zakresu nauk podstawowych.
 - Biotechnologia jest sposobem uzyskiwania nowych leków, ale raczej uzyskiwania starych leków o doskonalszych właściwościach (np. czyste hormony).
 - Nanotechnologia – np. w hodowli skóry z fibroblastów – będzie mieć znaczenie decydujące.
- Rozwoju nauk klinicznych i wspomagających – przede wszystkim modele matematyczne zjawisk biologicznych i stąd nowe sposoby tworzenia leków (patrz wyżej).
- Medycynie społecznej (zdrowiu publicznym) rozumianej bardzo szeroko jak np. farmakologia populacyjna, czy szereg dyscyplin wywodzących się z genetyki, ale również telemedycyna czy nauki społeczne. Nie do przecenienia jest rola zdrowia publicznego,

³⁵⁷ Combs C.D. 2006. Startling technologies promise to transform medicine. BMJ 333: 1308-1311.

organizacji i zarządzania w opiece zdrowotnej jako odrębnych dyscyplin naukowych. W tych dyscyplinach badania podstawowe są nadal w okresie dzieciństwa, stąd opracowanie polityki zdrowotnej (decydujący czynnik z punktu widzenia innowacyjności) opiera się raczej na intuicji i dążeniach polityków aniżeli na wiedzy³⁵⁸. Powstrzymanie wzrostu kosztów będzie tendencją ogólnoświatową.

- Współpracy interdyscyplinarnej (zarówno w obrębie nauk medycznych jak i nauk technicznych czy społecznych) prowadzącej do skonsumowania wyników wszystkich ww. składowych. Należy wspomnieć o badaniach prowadzonych na Politechnice Łódzkiej czy w Instytucie Włókiennictwa wraz z naukowcami z UM. Ten rodzaj współpracy może dać znakomite rezultaty pod warunkiem przezwyciężenia przeszkód natury administracyjnej.

4.6. Przemysł meblowy, przemysł AGD, usługi logistyczne, usługi nowoczesne, business process offshoring.

W bazie danych SYNABA nie znaleziono prac o charakterze technologicznym związanych z tymi przemysłami i usługami.

Wnioski końcowe

W branżach uznanych za perspektywiczne dla regionu udział placówek badawczo-wdrożeniowych z województwa w rozwoju nowoczesnych technologii jest stosunkowo mały. Dobra sytuacja występuje tylko w branży włókienniczej, w której Łódź jest krajowym centrum badań dobrze wpisujących się w trendy światowe. Stosunkowo dobra sytuacja występuje także w zakresie rozwoju technologii w branży rolno-spożywczej, w szczególności w obszarze produkcji i przetwórstwa owoców i warzyw. Zdecydowanie zbyt mało jest natomiast prowadzonych w regionie badań o charakterze technologicznym w szeroko pojętej dziedzinie biotechnologii. Ponieważ infrastruktura badawcza oraz kadra w tej dziedzinie w regionie jest stosunkowo dobra, celowa byłaby zmiana profilu badań i ukierunkowanie ich na rozwój i wdrażanie technologii dla przemysłu farmaceutycznego, spożywczego, produkcji biopaliw oraz ochrony środowiska.

W obszarze przemysłu materiałów budowlanych, budownictwa, przemysłu meblowego i przemysłu AGD prace B+R prowadzone są w regionie łódzkim tylko w minimalnym zakresie i branże te w rozwoju nowych technologii muszą bazować na rozwiązaniach pochodzących z zewnątrz. Jest to rozwiązanie racjonalne ponieważ w regionie brak jest jednostek B+R specjalizujących się w tych dziedzinach i tworzenie nowych od podstaw byłoby nieuzasadnione.

³⁵⁸ Jako ciekawostkę można potraktować opinię dziekana Karolinska Institutet (informacja prywatna, 2004), że nagroda Nobla dotycząca zdrowia publicznego przyznana będzie w dziedzinie ekonomii a nie medycyny.

Aneks 1

Wykaz wybranych projektów badawczych i badawczo-wdrożeniowych z dziedzin nauki i technologii priorytetowych dla regionu łódzkiego zgromadzonych w bazie danych SYNABA II i omawianych w niniejszym opracowaniu

Przemysł spożywczy

1. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Żywności, 2002-2005. Badania nad wykorzystaniem ultrafiltracji do produkcji nowego typu sera o dużej przydatności do topienia. SYNABA II.
2. Akademia Rolnicza w Lublinie; Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii 2000-2002. Badania procesu żelowania wybranych polisacharydów i białek mleka oraz właściwości otrzymanych produktów. SYNABA II.
3. Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie; Wydział Technologii Żywności, 2003-2006. Preparaty białkowe z soi otrzymywane metodą ograniczonej hydrolizy enzymatycznej ekstrudatów. SYNABA II.
4. Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego, Warszawa, 2003. Technologia usuwania substancji barwnych z olejów spożywczych metodą sorpcji i desorpcji. SYNABA II.
5. Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji. 2002-2004. Badania nad opracowaniem założeń technologicznych produkcji wyrobów z dodatkiem substancji wiążących na bazie wybranych surowców roślinnych. SYNABA II
6. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 2004-2006. Stabilizacja cholesterolu w produktach mięsnych za pomocą hydrolizatów kolagenowych. SYNABA II
7. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu; Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 1997-2004. Technologia produkcji jabłek mało przetworzonych w postaci plastrów pakowanych w atmosferze modyfikowanej
8. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu; Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 2003-2004. Przedłużenie trwałości selera korzeniowego w postaci mało przetworzonej
9. Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, 2002-2003. Rentgenograficzna metoda wczesnego diagnozowania stopnia porażenia ziarna zbóż wołkiem zbożowym. SYNABA II.
10. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, 2005. Skład izotopów stabilnych narzędziem kontroli jakości i pochodzenia mleka i produktów mleczarskich. SYNABA II.

Biotechnologia

1. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Wykorzystanie biotransformacji w syntezie zapachowych dodatków do żywności. SYNABA II.
2. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2003. Zastosowanie układu enzymatycznego warzyw korzeniowych do asymetrycznej syntezy wybranych dodatków do żywności i leków. SYNABA II.
3. Politechnika Łódzka Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, 2001-2002.

- Enzymatyczna synteza oligosacharydów o działaniu prebiotycznym. SYNABA II.
4. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, 1999. Produkcja diwercyny przez bakterie *Carnobacterium divergens* AS7. SYNABA II.
 5. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Charakterystyka uzdolnień hydrolitycznych szczepów drożdży wydzielonych z serów pleśniowych. SYNABA II.
 6. Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, Warszawa, 2000-. Rośliny transgeniczne jako źródło ureazy z *Helicobacter pylori* i ich potencjalne zastosowanie biotechnologiczne. SYNABA II.
 7. Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, 2000-2002. Biotechnologiczna produkcja i oczyszczanie termostabilnych proteaz serynowych aqualizyny I i pyrolizyny. SYNABA II.
 8. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny, 2004-2006. Otrzymanie lizostafyny oraz lizostafyny połączonej z diwercyną w drożdżowych układach ekspresyjnych. Możliwość wykorzystania otrzymywanych białek rekombinantowych do poprawy mikrobiologicznej jakości produktów żywnościowych. SYNABA II.
 9. Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, 2002. Lipazy grzybowe *Mucor circinelloides* i *Mucor racemosus*: Otrzymywanie i katalityczne właściwości. SYNABA II.
 10. Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, 2002. Produkcja zewnątrzkomórkowych enzymów przez mutanty *Trichoderma reesei* na serwatce i ich zastosowanie w wybranych procesach biotechnologicznych. SYNABA II.
 11. Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Mikrobiologii, 1996-2000. Biotechnologia szczepionek DNA przeciwko chorobom infekcyjnym wywoływanym przez wirusa BLV i *Toxoplasma gondii*. SYNABA II.
 12. Katedra Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2005-2006. Otrzymanie chimerycznych fimbrii typu Dr-SAG1, Dr-ROP9, Dr-GRA1 i ich zastosowanie do produkcji fimbrialnych szczepionek przeciwko toksoplazmozie. SYNABA II.
 13. Katedra Mikrobiologii, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2004-. Molekularny mechanizm uropatogenności szczepów *Escherichia coli* wywołujących przewlekłe infekcje górnych dróg moczowych, poznanie struktury i funkcji kompleksów białko opiekuńcze (chaperon) DraB – podjednostka piliowa DraE. SYNABA II.
 14. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, 2000-2004. Charakterystyka funkcjonalna adhezyny FimH fimbrii typu 1 *Salmonella enterica* serowar *Enteritidis*. SYNABA II.
 15. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, 2002. Biotransformacje steroidów anabolicznych w kulturach *Trichoderma hamatum*, *Cladosporium cladosporioides* i *Penicillium notatum*. SYNABA II.
 16. Akademia Medyczna w Warszawie, Wydział Farmaceutyczny, 2003-2004. Otrzymywanie wybranych glikozydów fenolowych *Rhodiola rosea* L. metodą biotechnologiczną. SYNABA II.
 17. Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biotechnologii, 2005. Konstrukcja regulowanych przez doksycyklinę wektorów ekspresyjnych zawierających geny reduktazy biliwerdyny A oraz miedziowo-cynkowej dysmutazy ponadtlenkowej: badania nad mechanizmami regulacji ekspresji VEGF przez reaktywne formy tlenu. SYNABA II.
 18. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, 2000-2003. Sterowana biosynteza przeciwwzapalnych związków irydoidowych w kulturach *in vitro* wybranych gatunków z rodzaju *Caryopteris*. SYNABA II.
 19. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności, 2001-2002. Biotransformacje naturalnych i syntetycznych ketonów w kulturze *Fusarium culmorum* – zależność między budową substratu a przebiegiem reakcji. SYNABA II.

20. Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, 1999-2002. Biodegradacja węglowodorów ropopochodnych przez grzyby keratynolityczne. SYNABA II.
21. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Rolnictwa i Kształtowania Środowiska, 1995-2002. Biotechnologia przetwarzania osadów tłuszczowych na komposty i ich ocena agrochemiczna. SYNABA II.
22. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, 1999-2002. Ekspresja genu odporności na wirus brązowej plamistości pomidora (TSWV) w roślinach transgenicznym. SYNABA II
23. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, 2003-. Modyfikacja genu owadobójczej toksyny Cry1A(c) z *Bacillus thuringiensis*. SYNABA II
24. Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka, Skierniewice, 2001-2003. Identyfikacja markerów ISSR i RAPD dla genu I-2 warunkującego odporność pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Synd. et Hans. SYNABA II
25. Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Przyrodniczych, 2000-2003. Modyfikacja syntezy flawonoidów w metodami inżynierii genetycznej w roślinach o znaczeniu przemysłowym. SYNABA II

Przemysł tekstylny i odzieżowy

1. Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Katedra Technologii i Budowy Przędz, 1999-2001. Analiza dynamiki układu skrętowo-nawojowego przędzarki obrączkowej podczas procesu wytwarzania przędzy. SYNABA II.
2. Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Katedra Technologii i Budowy Przędz, 2001-2003. Modelowanie parametrów przędz celulozowych formowanych na przędzarkach rotorowych. SYNABA II.
3. Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Katedra Technologii i Budowy Przędz, 1998-2000. Modelowanie procesu przędzenia z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. SYNABA II.
4. Filia Politechniki Łódzkiej w Bielsku-Białej, Wydział Inżynierii Włókienniczej i Ochrony Środowiska, Instytut Włókienniczy, 1999-2000. Analiza zjawiska fibrylizacji włókien celulozowych nowej generacji, jako przesłanka do optymalizowania właściwości tekstyliów z ich udziałem. SYNABA II.
5. Filia Politechniki Łódzkiej w Bielsku-Białej, Wydział Inżynierii Włókienniczej i Ochrony Środowiska, Instytut Włókienniczy 2003. Badania mechanizmu biomineralizacji włókien wełnianych uwzględniające wpływ krzemionki koloidalnej oraz metali ciężkich w zmiennych warunkach pH. SYNABA II.
6. Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, 2001-2004. Badania nad sposobem wytwarzania techniką pneumatyczną (melt-blown) ultracienkich włókien celulozowych z roztworów NMMO. SYNABA II.
7. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-białej, Instytut Inżynierii Tekstyliów i Materiałów Polimerowych, Wydział Nauk o Materiałach i Środowisku, 2001-2005. Badanie zmian struktury włókien z dibutyrylochityny spowodowanych jej chemiczną modyfikacją. SYNABA II.
8. Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, Kędzierzyn Koźle, 1999-2001. Opracowanie ekologicznego, bezformaldehydowego środka sieciującego dla włókiennictwa. SYNABA II.
9. Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 2001-2003. Projektowanie przędz hybrydowych w układzie włókna szklane/włókna termoplastyczne przeznaczonych do wytwarza kompozytów. SYNABA II.

10. Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 1998-2001. Chemiczna modyfikacja multimonomerów winylowych. SYNABA II.
11. Filia Politechniki Łódzkiej w Bielsku-Białej, Wydział Inżynierii Włókienniczej i Ochrony Środowiska, Instytut Włókienniczy, 2000-2001. Struktura nadcząsteczkowa włókien polipropylenowych modyfikowanych elastomerami. SYNABA II.
12. Politechnika Łódzka; Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, 2004. Tkane struktury przestrzenne z ukształtowanymi wewnętrznymi żebrami. SYNABA II.
13. Akademia Techniczno-Humanistyczna, Wydział Inżynierii Włókienniczej i Ochrony Środowiska, Bielsko-Biała, 2003- 2005. Wpływ rodzaju materiałów wkładowych na wybrane właściwości warstwowych lnianych wkładów odzieżowych. SYNABA II.
14. Politechnika Łódzka; Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów; Instytut Architektury Tekstyliów, 2004. Tkane struktury przestrzenne z ukształtowanymi wewnętrznymi żebrami. SYNABA II.
15. Politechnika Łódzka; Wydział Chemiczny, 2002-2006. Nowoczesne barwniki reaktywne do włókien celulozowych. SYNABA II.
16. Instytut Architektury Tekstyliów, Łódź, 1999-. Barwienie tkanin poliestrowych i poliestrowo-bawełnianych barwnikami bezpośrednimi po wstępnej obróbce chitozanem. SYNABA II.
17. Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 2001-2004. Biozgodne materiały opatrunkowe z płaskich nietkanych wyrobów z dibutyrylochityny. SYNABA II.
18. Katedra Chemii Fizycznej Polimerów, Wydział Inżynierii i Marketingu Tekstyliów, Politechnika Łódzka, 1998-2001. Modyfikacja chemiczna materiałów dibutyrylochitynowych w celu uzyskania nowych bioaktywnych chitynowych materiałów opatrunkowych. SYNABA II.
19. Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, 2003-2006. Nowoczesne kompozytowe włókna chitozanowo-alginianowe do zastosowań medycznych. SYNABA II.
20. Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, 2001-2003. Nowoczesne, bioaktywne włókna syntetyczne ograniczające rozwój roztoczy kurzu domowego. SYNABA II.
21. Instytut Technicznych Wyrobów Włókienniczych „Moratex”, Łódź, 2005-. Przestrzenny, wielowarstwowy włókienno-polimerowy kompozyt stanowiący wierzchni materiał materacy przeciwoślizgowych. SYNABA II.
22. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny antyelektrostatyczne na odzież wierzchnią, użytkowaną w strefach zagrożonych wybuchem i przystosowanych do niekorzystnych warunków atmosferycznych. SYNABA II.
23. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2002-2003. Opracowanie nowych rodzajów tkanin przeznaczonych do zastosowania indywidualnego lub w układach złożonych na odzież ochronną użytkowaną w warunkach ekstremalnych. SYNABA II.
24. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2002-2004. Nowoczesne wielowarstwowe układy włókienno-tworzywowe przeznaczone na specjalne rodzaje odzieży ochronnej i sportowej. SYNABA II.
25. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź. 1999-2000. Membrany polimerowe do celów odzieżowych, obuwniczych i specjalnych. SYNABA II.
26. Instytut Technik i Technologii Dziewiarskich „Tricotextil”, Łódź, 2001-2003. Materiały włókiennicze o specjalnym przeznaczeniu z zastosowaniem nowej generacji przędz dwuskładnikowych typu bawełnianego. SYNABA II.
27. Instytut Technicznych Wyrobów Włókienniczych „Moratex”, Łódź, 2003-2004. Projektowanie struktur kompozytów włóknistych stosowanych jako sztywne ochrony balistyczne. SYNABA II.
28. Instytut Technicznych Wyrobów Włókienniczych „Moratex”, Łódź, 1999-1999. Badanie

- wpływu podłoża z tworzywa sztucznego na efekt trauma paneli balistycznych. SYNABA II.
29. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny antyelektrostatyczne na odzież wierzchnią, użytą w strefach zagrożonych wybuchem i przystosowanych do niekorzystnych warunków atmosferycznych. SYNABA II.
 30. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny kształtowe do zastosowania w kompozytach konstrukcyjnych. SYNABA II.

Budownictwo i przemysł materiałów budowlanych

1. Politechnika Poznańska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2003. Statyka i dynamika złożonych układów konstrukcyjnych. SYNABA II
2. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2002. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych, algorytmów genetycznych i zbiorów rozmytych w teorii konstrukcji. SYNABA II
3. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, 2005. Rozwijanie metod obliczeniowych do zagadnień mechaniki konstrukcji. SYNABA II
4. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Środowiska, 2003. Komputerowe metody nieliniowej analizy konstrukcji inżynierskich. SYNABA II
5. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2004. Opracowanie użytkowej wersji systemu komputerowego oceny akustycznej budynków mieszkalnych. SYNABA II
6. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii Lądowej, 2005. Rozwijanie metod obliczeniowych do zagadnień mechaniki konstrukcji. SYNABA II.
7. Politechnika Świętokrzyska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2003. Superelement Petrowa-Galerkina z więzami podatnymi. SYNABA II
8. Politechnika Świętokrzyska Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001. Kontynuálne modele w analizie pracy płyt żelbetowych. SYNABA II
9. Instytut Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice, 1999-2002. Badania nad opracowaniem wysokoogniotrwałych spoiw korundowo-glinianowych (a -Al₂O₃ - CA). SYNABA II
10. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2003. Nowe techniki i materiały do budowy oraz napraw hydrotechnicznych budowli ziemnych i betonowych SYNABA II.
11. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki; Wydział Inżynierii Środowiska, 1998-2001. Analiza możliwości wykorzystania odpadów kopalnianych z uwzględnieniem ich wpływu na środowisko naturalne. SYNABA II
12. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej 2005. Materiały kompozytowe we wzmocnieniach konstrukcji inżynierskich. Instytucja wykonująca, SYNABA II.
13. Instytut Inżynierii Materiałów Włókienniczych, Łódź, 2005. Tkaniny kształtowe do zastosowania w kompozytach konstrukcyjnych. się korzystniejszym od dotychczas stosowanych materiałów stosunkiem masy do własności mechanicznych. SYNABA II
14. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa, 1997-2000. Mechanizmy kruchości i trwałość kompozytów cementowych z włóknami szklanymi. SYNABA II
15. Instytut Techniki Budowlanej, 2002 –2003. Wzmacnianie zginanych elementów żelbetowych za pomocą włókien węglowych. SYNABA II
16. Politechnika Łódzka, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, 2001-2003. Wzmacnianie żelbetowych elementów materiałami kompozytowymi z włóknami węglowymi przy zginaniu, ścinaniu, ściskaniu. SYNABA II
17. Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001-2002. Trwałość belek żelbetowych wzmacnianych kompozytami. SYNABA II
18. Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, 2000-2003. Zagadnienia optymalnego projektowania konstrukcji kompozytowych. Zastosowanie homogenizacji i

- teorii reprezentacji funkcji tensorowych. SYNABA II
19. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii Lądowej, 2005-. Budownictwo spełniające warunki zrównoważonego rozwoju. SYNABA II
 20. Anderson R., Christensen C., Horowitz S. 2006. Analysis of residential system strategies Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2002-2005. Budynki o niskim zużyciu energii do ogrzewania i budynki pasywne. SYNABA II
 21. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2002-2004. Przejroczyste układy materiałów w budynkach. SYNABA II
 22. Politechnika Szczecińska, Wydział Budownictwa i Architektury, 1998-2000. Analiza możliwości wykorzystania gruntu jako dolnego źródła ciepła z pionową sondą ciepła w układzie z czynnikiem pośredniczącym. SYNABA II
 23. Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, 2001-2004. Niskoenergetyczne systemy ogrzewania budynków. SYNABA II.
 24. Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska 2001. Opracowanie modelu teoretycznego optymalnego doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych. SYNABA II
 25. Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2001-2002. Optymalizacja doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych z uwzględnieniem specyfiki warunków miejskich. SYNABA II
 26. Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 2005 –Analiza parametrów technicznych charakteryzujących technologie bezwykopowej budowy sieci podziemnych. SYNABA II

Farmacja i ochrona zdrowia

1. Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu; Wydział Farmaceutyczny. Badanie biofarmaceutyczne różnych preparatów teofiliny. SYNABA II.
2. Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Biotechnologii Roślin, Poznań. Związki fenolowe *Plantago lanceolata* L. z kultur in vitro i upraw polowych. SYNABA II.
3. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich. Diploidalne i tetraploidalne formy rumianku pospolitego (*Chamomilla recutita* Rausch.) o wysokiej zawartości α -bisabololu polowych. SYNABA II.
4. Śląska Akademia Medyczna w Katowicach; Wydział Farmaceutyczny i Oddział Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu; Katedra i Zakład Farmakognozji i Fitochemii Karotenoidy koszyczków wybranych odmian nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis*). SYNABA II.
5. Uniwersytet Medyczny w Łodzi; Wydział Farmaceutyczny. Modelowe stałe postacie leków zawierające wybrane ekstrakty roślinne polowych. SYNABA II.
6. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej; Katedra i Zakład Farmakognozji. Ocena zawartości kwasu rozmarynowego w farmakopealnych surowcach z rodziny *Lamiaceae* (*Majorana hortensis*, *Melissa officinalis*, *Mentha piperita*, *Thymus serpyllum*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*) oraz uzyskanych z nich preparatach galenowych. SYNABA II.
7. Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej; Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej Polisacharydy w ziele i kulturach kalusowych miodownika melisowatego *Melittis melisophyllum* L. (*Lamiaceae*). SYNABA II.
8. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej; Katedra i Zakład Farmakognozji. Badanie frakcji polifenolowej wybranych gatunków rodziny *Dipsacaceae*. SYNABA II.

9. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej; Katedra i Zakład Farmakognozji. Badanie terpenów, lignanów i flawonoidów wyodrębnionych z Cedrzyńca kalifornijskiego (*Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin.) . SYNABA II.
10. Akademia Medyczna w Gdańsku; Wydział Farmaceutyczny. Badania w dziedzinie syntezy, struktury i wpływu na układ krążenia nowych pochodnych imidazoliny. SYNABA II.
11. Instytut Przemysłu Organicznego Warszawa. Modyfikacja technologii otrzymywania disulfidu tetraetylotiuramowego (Anticolu). SYNABA II.
12. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny. Optymalizacja technologii farmaceutycznych oparta na ocenie biofarmaceutycznych właściwości postaci leku. SYNABA II.
13. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Nowe pochodne 2-aminobenzimidazolu - synteza i badania farmakologiczne. SYNABA II.
14. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Synteza i badania farmakologiczne nowych pochodnych 3-aminopirazolo-[3,4-b]-pirydyny i ich zastosowanie do otrzymywania nowych tricyklicznych układów. Część III. SYNABA II.
15. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Synteza i badania farmakologiczne nowych pochodnych imidazo-[4,5-b]-pirydyny. SYNABA II.
16. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny Synteza oraz badanie współzależności między działaniem farmakologicznym a budową chemiczną nowych pochodnych pirydo-[1,2-c]-pirymidyny. SYNABA II.
17. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Synteza pochodnych chinazolinonu-4 i 2-aminobenzimidazolu oraz ich właściwości biologiczne. SYNABA II.
18. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny; Katedra Technologii Leków i Biochemii. Aktywność biologiczna nowych pochodnych akrydonu w stosunku do komórek nowotworowych linii macierzystych i z indukowaną opornością wielolekową. SYNABA II.
19. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny; Katedra Technologii Leków i Biochemii. Analogi aminocukrów jako potencjalne chemoterapeutyki przeciwgrzybowe. SYNABA II.
20. Akademia Medyczna w Gdańsku; Wydział Farmaceutyczny; Katedra i Zakład Technologii Chemicznej Środków Leczniczych. Azotowe związki heterocykliczne - synteza, reaktywność, struktura i działanie biologiczne. SYNABA II.
21. Uniwersytet Wrocławski; Wydział Chemii Badania aktywności przeciwnowotworowej karboksylanowych kompleksów platyny. SYNABA II.
22. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny; Katedra Technologii Leków i Biochemii. Modyfikacje chemiczne syntazy glukozy-6-fosforanu z *S. cerevisiae*. SYNABA II.
23. Instytut Farmaceutyczny. Badanie zależności pomiędzy strukturą a aktywnością biologiczną w grupie nowych pochodnych 1,4- dwupodstawionej piperazyny o działaniu uspokajającym i nasennym. SYNABA II.
24. Instytut Farmaceutyczny. Nowa stereoselektywna metoda syntezy o-połączonych glikopeptydów przez reakcję węglanów 2,3-nienasyconych piranozydów z nukleofilowymi grupami funkcyjnymi aminokwasów, katalizowaną kompleksami palladu. SYNABA II.
25. Akademia Medyczna w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny. Nowe fosfonowe pochodne benzopirano-2-olów: badanie ich właściwości kompleksotwórczych i aktywności biologicznej. SYNABA II.
26. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny. Nowe metody syntezy jodoarenów przy użyciu technik konwencjonalnych, bądź wspomagane promieniowaniem mikrofalowym. SYNABA II.

27. Akademia Medyczna w Gdańsku; Wydział Farmaceutyczny Nowe pochodne chalkonu: synteza i wielokierunkowa ocena przydatności farmakologicznej, ze szczególnym uwzględnieniem aktywności wobec komórek nowotworowych i wielolekoopornych. SYNABA II.
28. Instytut Biotechnologii i Antybiotyków. Nowy analog insuliny o zmodyfikowanym działaniu hipoglikemizującym. SYNABA II.
29. Instytut Biotechnologii i Antybiotyków. Opracowanie metody otrzymywania wybranego cytoprotektora. SYNABA II.
30. Instytut Biotechnologii i Antybiotyków. Opracowanie metody syntezy sildenafilu
31. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny. Opracowanie nowych metod jodowania związków aromatycznych. SYNABA II.
32. Instytut Farmaceutyczny. Opracowanie technologii syntezy gosereliny w skali wielkolaboratoryjnej. SYNABA II.
33. Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu; Wydział Farmaceutyczny. Otrzymywanie i właściwości pochodnych dinitroimidazolu. SYNABA II.
34. Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Pochodne 1,2,3,4-tetrahydroizochinoliny i 4-cykloheksylo-1-arylopiperazyny jako nowe podklasy ligandów receptorów serotoninowych 5-HT_{1A}; badania zależności struktura-powinowactwo i struktura-aktywność wewnętrzna. SYNABA II.
35. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Poszukiwanie nowych kompleksów gadolinu i żelaza jako potencjalnych substancji diagnostycznych do tomografii NMR. SYNABA II.
36. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Poszukiwania związków o aktywności biologicznej w grupie ligandów flawonoidowych i ich związków koordynacyjnych z jonami metali przejściowych. SYNABA II.
37. Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Farmaceutyczny, Poznań. Projektowanie i synteza nitroimidazolowych pochodnych iperytu azotowego. SYNABA II.
38. Śląska Akademia Medyczna w Katowicach, Wydział Farmaceutyczny i Oddział Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Sosnowiec. Przemiany pochodnych chinoliny w kierunku otrzymania 6-podstawionych dichino-[3,2-b;2',3'-e][1,4]-tiazyn. SYNABA II.
39. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Technologii Chemicznej Środków Leczniczych, Gdańsk. Synteza i niektóre własności biologiczne nowych pochodnych 2-imidazoliny. SYNABA II.
40. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Wrocław. Synteza, przemiany i własności biologiczne nowych pochodnych izotiazolu. SYNABA II.
41. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny. Syntezy, aktywność AIDS-przeciwwirusowa i przeciwnowotworowa niektórych pochodnych 2-merkaptobenzenosulfonamidu i 1,1-diokso-1,4,2-benzoditiazyny. SYNABA II.
42. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny; Zakład Chemii Fizycznej Działanie przeciwutleniające, radioprotekcyjne a struktura izoflawonów i ich pochodnych glikozydowych. SYNABA II.
43. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny; Katedra Technologii Leków i Biochemii. Modelowanie molekularne kompleksów amfoterycyna B – sterol. SYNABA II.
44. Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Sztuczne sieci neuronowe jako uniwersalne narzędzia do modelowania w technologii postaci leku i biofarmacji. SYNABA II.
45. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny. Modelowanie molekularne w interpretowaniu widm NMR oraz projektowaniu leków. SYNABA II.

46. Politechnika Gdańska; Wydział Chemiczny; Katedra Technologii Leków i Biochemii Modelowanie procesu inhibicji enzymu syntazy glukozamino-6-fosforanu przez analogi glutaminy. SYNABA II.
47. Uniwersytet Śląski w Katowicach; Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii Zastosowanie porównawczych samoorganizacyjnych map neuronowych do modelowania oddziaływań analogów kolchicynowych z tubulinowym miejscem receptorowym. SYNABA II.
48. Akademia Medyczna w Warszawie; Wydział Farmaceutyczny. NMR i modelowanie molekularne w badaniach nowych ligandów receptora 5HT. SYNABA II.
49. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Wspomaganie komputerowe w poszukiwaniach preparatów o powinowactwie do wybranych receptorów Glu, Gaba i 5 HT. SYNABA II.
50. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny. Nowy kinetyczny model oscylacyjny. SYNABA II.
51. Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Farmaceutyczny Uniwersytet Medyczny w Łodzi Katedra Chemii Medycznej, Łódź. Zastosowanie parametrów fizykochemicznych i metod statystycznych w systematycznej analizie SAR związków biologicznie czynnych. SYNABA II.
52. Uniwersytet Medyczny w Łodzi; Katedra Farmakologii i Farmakologii Klinicznej Wpływ czynników fizykochemicznych na zjawisko sorpcji środków leczniczych w obecności sukralfatu. SYNABA II.
53. Uniwersytet Medyczny w Łodzi; Katedra Farmacji Stosowanej Badania nad możliwością zastosowania niesteroidowych leków przeciwzapalnych stosowanych w profilaktyce i leczeniu chorób przyzębia (pasty do zębów i preparaty lecznicze podawane na błonę śluzową) . SYNABA II.
54. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej. Zastosowanie cyklodekstryny jako nośnika dla metronidazolu w stomatologicznych opatrunkach kserożelowych. SYNABA II.
55. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich; Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej; Katedra Farmacji Stosowanej. Zastosowanie □cyklodekstryny jako nośnika dla mefacitu w żelach hydrofilowych. SYNABA II.
56. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Katedra Farmacji Stosowanej, Łódź. Rofamy - produkty oksyetylenowania estrów metylowych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego (Rapae Oleum) jako substancje pomocnicze w technologii wytwarzania form leków. SYNABA II.
57. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Wrocław. Wpływ odczynu środowiska kompartmentu donorowego i akceptorowego na profil uwalniania substancji leczniczych o charakterze kwasowym i zasadowym z matrycy hydrożelowej. SYNABA II.
58. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Poszukiwanie radiofarmaceutyków do diagnostyki choroby Alzheimera. SYNABA II.
59. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa. Trikarbonylkowe kompleksy technetu(I) i renu(I) z ligandami chelatującymi jako prekursorzy radiofarmaceutyków. SYNABA II.
60. Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego; Wydział Farmaceutyczny. Badania w grupie pochodnych aminoalkoholi jako potencjalnych leków przeciwdrgawkowych. SYNABA II.
61. Politechnika Warszawska; Wydział Chemiczny. Synteza i założenia do technologii amlodypiny. SYNABA II.
62. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Katedra i Zakład Chemii Leków. Badania nad syntezą i właściwościami nowych pochodnych układów biheterocyklicznych o potencjalnej aktywności przeciwbólowej, uspokajającej, hipotensyjnej i przeciwgruźliczej. SYNABA II.
63. Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich, Wydział Farmaceutyczny Badania nad syntezą i

- właściwościami pochodnych 2-(arylo,alkilo)-1,4,5-trioksa-(1,4-dioksa)-1,2,3,4,5,6-heksa-(1,2,3,4-tetra)-hydropirydo-[3,4-d]-pirydazyny o potencjalnej aktywności biologicznej. SYNABA II.
64. Instytut Farmaceutyczny Warszawa Badania przedkliniczne S2FLT oraz jej pochodnych, wysoko aktywnych i selektywnych inhibitorów HIV. III. Synteza S2FLT i jej biologicznie aktywnych pochodnych w skali ćwierć technicznej oraz badanie ich właściwości farmakotoksycznych na zwierzętach. SYNABA II.
 65. Politechnika Łódzka; Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności; Instytut Biochemii Technicznej. Badania strukturalne inhibitorów proteazy wirusa HIV. SYNABA II.
 66. Akademia Medyczna w Gdańsku; Wydział Farmaceutyczny. Nowe związki o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym i HIV-przeciwwirusowym. SYNABA II.
 67. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny. Poszukiwania potencjalnych środków przeciw-HIV i przeciwnowotworowych wśród pochodnych oryginalnych szeregów sulfonamidów. SYNABA II.
 68. Akademia Medyczna w Warszawie, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Chemii Leków, Warszawa. Poszukiwanie nowych środków przeciwdrgawkowych wśród antagonistów receptorów aminokwasów pobudzających. SYNABA II.
 69. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Poszukiwanie nowych związków o aktywności przeciwnowotworowej w grupie fosfonowych pochodnych pirymidyn i koordynacyjnych związków platyny. SYNABA II.
 70. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, Katedra i Zakład Technologii, Chemicznej Środków Leczniczych, Gdańsk. Poszukiwanie potencjalnych środków przeciwnowotworowych wśród pochodnych oryginalnych szeregów sulfonamidów i 2,4-diamino-1,3,5-triazyn. SYNABA II.
 71. Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, Wrocław. Synteza i własności nowych metaloorganicznych związków cyny i zbadanie ich aktywności antyrakowej. SYNABA II.
 72. Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Farmaceutyczny, Łódź. Synteza, struktura oraz właściwości przeciwnowotworowe, nowych pochodnych platyny(II), palladu(II) i rutenu(III) z pochodnymi kumaryny i jej fosfonowymi analogami. SYNABA II.
 73. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, Gdańsk. Syntezy, badania strukturalne oraz poszukiwania potencjalnych środków przeciwnowotworowych i inhibitorów integrazy HIV-1 w nowych szeregach pochodnych 4-chloro-2-merkaptobenzenosulfonamidu. SYNABA II.
 74. Akademia Medyczna w Gdańsku, Wydział Farmaceutyczny, Gdańsk. Zastosowanie reakcji elektrofilowego aminowania do syntezy związków heterocyklicznych o potencjalnej aktywności przeciwnowotworowej. SYNABA II.

**Kolegium Wydawnicze
Społecznej Wyższej Szkoły
Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi**

90-011 Łódź, ul. Kilińskiego 109
tel/fax. (42) 676 25 29, 676 25 30, w. 39

e-mail: wydawnictwo@swspiz.pl

Kolegium Wydawnicze

w składzie:

Walentyna Kwiatkowska - przewodniczący
Łucja Tomaszewicz - z-ca przewodniczącego
Jadwiga Poczyczyńska - sekretarz
Muzachim Al-Noorachi
Jadwiga Gawryś
Jolanta Kulpińska
Roman Patora
Jerzy Różański
Łukasz Sułkowski



Projekt: LORIS WIZJA. Regionalny Foresight Technologiczny
Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

Recenzent: **Danuta Goszczyńska**

Grafika: **Monika Piasecka**

Skład tekstu: **Piotr Olszowy**

© Copyright by: **Spółeczna Wyższa Szkoła
Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi**

ISBN: **978-83-60230-11-4**