The mycobiome of the skin of patients with atopic dermatitis and healthy volunteers

Z. Bakuła[1], P. Decewicz[2], J. Gawor[3], A. Jankowska-Konsur[4], A. Hryncewicz-Gwóźdź[4], M. Dyląg[5], R. Gromadka[3], M. Iskra[1] & T. Jagielski[1#]

[1]Department of Medical Microbiology, Institute of Microbiology, Faculty of Biology, University of Warsaw, Warsaw, Poland
[2]Department of Bacterial Genetics, Institute of Microbiology, Faculty of Biology, University of Warsaw, Warsaw, Poland
[3]DNA Sequencing and Oligonucleotide Synthesis Laboratory, Institute of Biochemistry and Biophysics Polish Academy of Science, Warsaw, Poland
[4]Department of Dermatology, Venereology and Allergology, Faculty of Medicine and Dentistry, Wroclaw Medical University, Wrocław, Poland
[5]Institute of Genetics and Microbiology, University of Wroclaw, Wrocław, Poland
#Correspondence to: Tomasz Jagielski, PhD, Phone: +48 (0) 22 55 41 431; E-mail: t.jagielski@biol.uw.edu.pl

BACKGROUND & OBJECTIVE

Atopic dermatitis (AD) is one of the most common inflammatory skin diseases, in which fungi are believed to act as triggering factors. Therefore, it is crucial to assess the composition of skin mycoflora for a better understanding of the etiopathogenesis of AD.

The aim of the study was to explore the skin mycobiome of AD patients and healthy individuals by using culture-dependent and metagenomics, culture-independent methodologies.

METHODS

The study included 50 AD patients and 50 healthy individuals recruited between 2017 and 2019. Skin scrapings from elbows, necks and knees were collected with either a scalpel or OpSite dressings (Smith&Nephew Education; UK) (**Fig. 1**) in AD and healthy subjects, respectively. Culture-dependent species identification involved a battery of conventional phenotypic tests and PCR-based sequencing of the internal transcribed spacer (ITS) 1&2 regions (Jagielski et al., 2014, BMC Dermatol., 14:e3). Whereas, metagenomic sequencing, was performed directly on skin samples using ITS1-targeted primers, namely FungITS1 and FungITS2 (White et al., 1990, Mol. Ecol. 2:113-118).

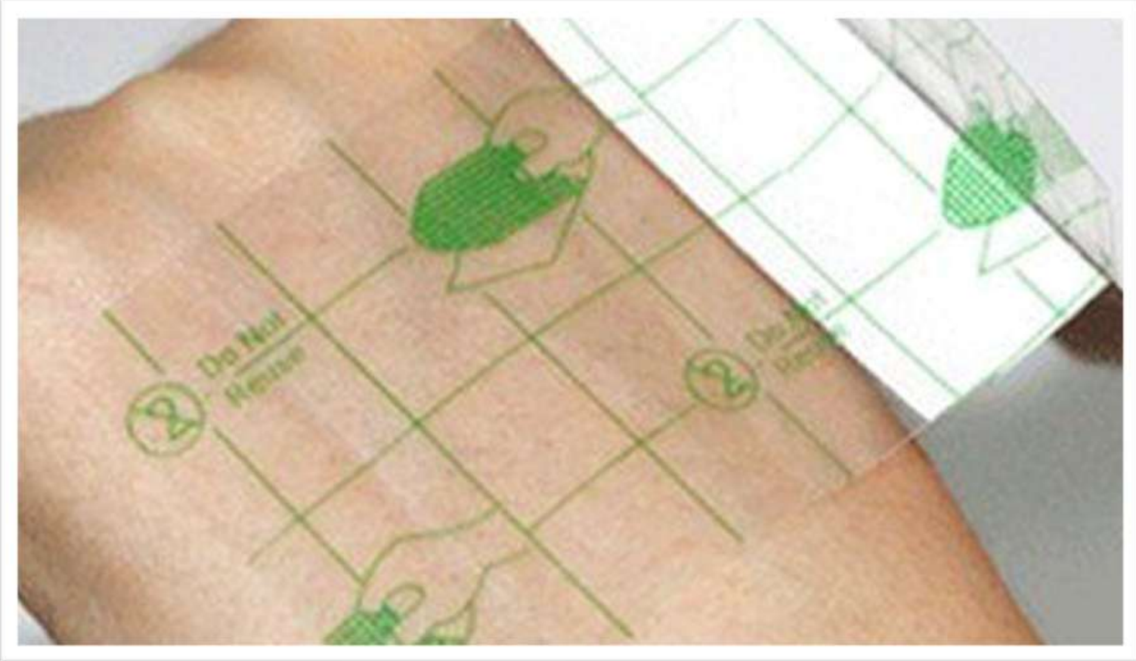

Fig.1 Sample collection. Material from healthy individuals was obtained with an OpSite dressing.

RESULTS

The overall positive culture rate was 44% for AD patients and 24% for healthy individuals. *Candida* spp. were recovered at the highest frequency (33.3%), followed by *Rhodotorula* spp. (21.6%) and *Malassezia* spp. (11.8%). Culture-based phenotypic and molecular (PCR-sequencing) methods used for species identification gave concordant results for 76.5% of the isolates cultured (*n*=51) (**Tab. 1**).

Tab.1. Species identification using the phenotypic and PCR-seq. based methods.
Disconcordand results are marked with grey.

Group	Phenotypic identification	PCR-seq. identification	% identity*	No. of isolates
AD patients	*Candida albicans*	*Candida albicans*	99.8-100%	3
	Candida guilliermondii	*Meyerozyma guilliermondii*	100%	3
	Candida krusei	*Pichia kudriavzevii*	100%	3
	Candida lipolytica	*Yarrowia lipolytica*	100%	1
	Candida lusitaniae	*Clavispora lusitaniae*	99.7%	1
	Candida parapsilosis	*Candida parapsilosis*	100%	1
	Candida sp.	*Candida zeylanoides*	100%	1
	Cryptococcus uniguttulatus	*Filobasidium uniguttulatum*	100%	1
	Malassezia globosa	*Malassezia globosa*	99.0-99.3%	2
	Malassezia sympodialis	*Malassezia sympodialis*	99.8-100%	3
	Naganishia albida	*Naganishia diffluens*	99.70-100%	4
	Rhodotorula rubra	*Rhodotorula mucilaginosa*	99.3-100%	9
	Rhodotorula rubra	*Rhodotorula diobovata*	99.7%	1
	Rhodotorula sp.	*Rhodotorula diobovata*	100%	1
	Saccharomyces sp.	*Nakazawaea holstii*	98%	1
	Trichosporon beigelli	*Cutaneotrichosporon dermatis*	100%	1
	Wickerhamia fluorescens	*Wickerhamia fluorescens*	99.4%	1
Healthy volunteers	*Acremonium sp.*	*Phialemonium sp.*	100%	1
	Candida albicans	*Candida albicans*	100%	3
	Candida krusei	*Pichia kudriavzevii*	100%	1
	Klockera japonica	*Candida tropicalis*	100%	1
	Malassezia sympodialis	*Malassezia sympodialis*	100%	1
	Pichia methanolica	*Ogataea methanolica*	99.5%	1
	Saccharomyces cerevisiae	*Saccharomyces cerevisiae*	100%	1
	Sporobolomyces sp.	*Sporoblomyces roseus*	99.6%	1
	Sterigmatomyces sp.	*Cutaneotrichosporon curvatus*	100%	1
	Trichiphyton cutaneum	*Trichosporon domesticum*	99.8%	1
	Trichosporon mucoides	*Trichosporon montevideense*	100%	1
	Zygosaccharomyces rouxii	*Saccharomyces cerevisiae*	99.6%	1

*First hit according to BLAST Refseq ITS database (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/).

Using metagenomic sequencing, a total of 61 and 44 (considering the abundance above 1% within samples) various taxonomic fungal families were demonstrated on the skin of AD patients and healthy individuals, respectively) (**Tab. 2**). Among patients with AD, five families/orders, i.e. *Cladosporiaceae*, *Debaryomycetaceae*, *Malasseziaceae*, *Saccharomycetales* and *Botryosphaeriaceae* were represented at a higher frequency, when compared with healthy individuals. Contrarily, among the latter the family *Thermoascaceae* was overrepresented.

Tab.2 Relative abundance of fungal classes and families in analyzed samples. Samples obtained from AD patients and healthy individuals are in grey- and cream-colored columns, respectively. The shortcuts in taxa names indicate taxa with „Incertae sedis" description („Is") or taxa that could not be specified at presented taxonomic level („ni").

Class	Family	2ZL	3ZL	4ZL	5ZL	6ZL	7ZL	8ZL	9K	10ZL	11ZL	12ZL	13ZL	14ZL	15ZL	16ZL	17K	18ZL	19ZL	20ZL	21K	22ZL	23ZL	24ZL	25ZL	26ZL
Dothideomycetes	Botryosphaeriaceae	4,4	4,4		0,8		2,0	7,3	1,8	0,5										0,8						
	Capnodiales (Is)																									
	Cladosporiaceae	9,7	60,4	8,9	69,9	53,0	41,6	47,0	38,6	5,2	10,9		4,1		9,9	0,6				1,6	2,1					
	Mycosphaerellaceae	1,6	6,9	0,8	1,1		1,6	0,9	5,3	3,4			0,6		2,8						0,6			5,5		
	Teratosphaeriaceae																									
	Aureobasidiaceae						3,0																			
	Dothideaceae														1,1											
	Dothioraceae																									
	Dothideales (ni)																									
	Cucurbitariaceae																									
	Didymellaceae										0,8		1,5		0,7							1,2				
	Lentitheciaceae													0,6			2,7						0,5			
	Montagnulaceae			59,7																						
	Pleosporaceae		1,8					0,7				0,6		0,8			3,6	0,7	0,7		6,9	1,4	0,8	1,0	1,9	
	Pleosporales (ni)							0,5													0,8					
	Venturiaceae																			0,6						
Eurotiomycetes	Herpotrichiellaceae				0,5					0,8	2,0		1,1								3,9					
	Trichomeriaceae														1,2											
	Chaetothyriales (ni)																				2,9					
	Aspergillaceae	3,6	3,7	0,6	1,6	11,3	4,1	2,3	2,4	9,0	0,7		1,3		2,9	4,1					4,8	0,6				
	Thermoascaceae										1,3	8,1	0,5	7,4			2,8	9,6	8,3	0,8		0,8	4,2	4,1	5,6	
Leotiomycetes	Erysiphaceae																									
	Helotiaceae		0,8																		1,6					
	Helotiales (Is)		0,8																							
	Hyaloscyphaceae						2,6						0,7													
	Sclerotiniaceae														0,6	0,7										
	Leotiomycetes (ni)	1,0																								
Saccharomycetes	Debaryomycetaceae	8,8	9,7	4,0	4,7	15,5	10,4	13,9	10,1	2,4	39,0		16,2		31,2	19,5				15,1	21,8	3,4				
	Phaffomycetaceae																									
	Pichiaceae																1,1									
	Saccharomycetaceae	12,2			1,3				0,7	0,8	5,4		1,1		0,5	1,2				1,1	0,7					
	Saccharomycetales (Is)	23,3		1,1	6,6	3,4	2,4	1,9	2,8	9,5	8,0		45,7		32,0	47,3			9,9	60,4	7,1	85,2		0,7		
	Saccharomycodaceae																									
Sordariomycetes	Clavicipitaceae						0,6																			
	Hypocreaceae											1,1		1,1			5,6	1,0	0,9				2,1	1,4	1,3	
	Hypocreales (Is)	1,1																								
	Hypocreales (ni)																									
Taphrinomycetes	Taphrinaceae																			1,4						
Ascomycota (ni)				15,8																						
Agaricomycetes	Clavariaceae															0,9										
	Physalacriaceae					1,7																				
	Pleurotaceae																									
	Schizophyllaceae										0,7															
	Strophariaceae														1,0								0,7			
	Tricholomataceae		0,6													0,6										
	Amylocorticiaceae						1,3																			
	Atheliaceae																									
	Boletaceae																									
	Tapinellaceae																									
	Ceratobasidiaceae																			1,2						
	Hymenochaetales (Is)																									
	Coriolaceae					1,0															3,0					
	Fomitopsidaceae				0,6																					
	Meruliaceae																									
	Xenasmataceae																									
	Polyporales (ni)														1,2											
	Peniophoraceae															1,0										
	Russulales (ni)																									
	Agaricomycetes (ni)															1,3										
Cystobasidiomycetes	Buckleyzymaceae				0,5																	1,3				
	Symmetrosporaceae												1,8													
Malasseziomycetes	Malasseziaceae	14,5	6,0	5,7	7,9	6,1	14,3	18,0	31,6	50,9	22,4		2,9		1,8	3,4				0,8	31,6					
	Malasseziales (ni)						0,8																			
Microbotryomycetes	Leucosporidiaceae										0,8															
	Sporidiobolaceae	7,9					0,8	0,8			1,8		18,0		4,3	14,9				13,1	4,9	4,9				
Tremellomycetes	Cystofilobasidiaceae														1,0											
	Mrakiaceae		0,8								1,5					0,6										
	Filobasidiaceae								0,5	2,2	0,9															
	Piskurozymaceae						8,8																			
	Bulleraceae						0,9			4,4											0,5					
	Bulleribasidiaceae																									2,0
	Tremellaceae														1,9											
	Trichosporonaceae											88,5		88,8			81,7	86,7	78,4				89,4	85,5	88,9	
Fungi (ni)		8,6	3,8	1,3	2,7	6,5	3,2	5,0	3,0	7,1	3,4		4,5		5,3	3,6	2,4	0,5		2,3	5,7		0,6		0,7	97,1
Other (below 1%)		3,1	0,4	2,0	1,9	1,6	1,6	1,5	3,2	4,0	0,6	1,2	0,1	0,7	0,7	0,5	0,2	1,4	1,4	0,9	1,2	1,0	1,7	1,3	1,6	0,8

Class	Family	27ZL	28ZL	29ZL	30ZL	31ZL	32ZL	33ZL	34ZL	35ZL	36ZL	37ZL	38K	39ZL	41ZL	42ZL	43ZL	44ZL	45ZL	46ZL	47ZL	48ZL	49K	50K	PNZL
Dothideomycetes	Botryosphaeriaceae																								
	Capnodiales (Is)																								
	Cladosporiaceae																								
	Mycosphaerellaceae		0,6									4,0					4,4								
	Teratosphaeriaceae																								
	Aureobasidiaceae																								
	Dothideaceae																								
	Dothioraceae								2,9																
	Dothideales (ni)																0,6								
	Cucurbitariaceae																								
	Didymellaceae																								
	Lentitheciaceae	1,2					0,6	0,7	0,6	0,7	0,6		0,7	0,6	0,6				0,6	1,6		0,6		0,7	
	Montagnulaceae																								
	Pleosporaceae	1,2	1,0	1,1	0,7	1,0	1,0	1,1	1,2	0,9	0,8	0,7	1,1	0,8	0,9		0,6	0,6	1,1	2,2	1,3	0,8	0,9	1,2	
	Pleosporales (ni)																								
	Venturiaceae																								
Eurotiomycetes	Herpotrichiellaceae																								
	Trichomeriaceae																								
	Chaetothyriales (ni)																								
	Aspergillaceae																	0,8							
	Thermoascaceae	2,3	3,2	4,6	3,6	2,0	2,8	3,2	3,0	2,5	3,4	3,2	3,6	2,8	3,0	3,9	1,8	2,9	1,8	1,7	2,6	2,1	1,8	2,4	1,9
Leotiomycetes	Erysiphaceae																								
	Helotiaceae																								
	Helotiales (Is)																								
	Hyaloscyphaceae																								
	Sclerotiniaceae																					0,8			
	Leotiomycetes (ni)																								
Saccharomycetes	Debaryomycetaceae																								0,6
	Phaffomycetaceae																								
	Pichiaceae	0,6																		1,0					
	Saccharomycetaceae				0,6							20,2	6,1	0,7											
	Saccharomycetales (Is)														0,5		33,7								
	Saccharomycodaceae																								
Sordariomycetes	Clavicipitaceae																								
	Hypocreaceae	1,5	1,8	1,1	1,5	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6	1,9	0,8	1,4	1,8	1,1	0,7		1,1	1,4	3,6	1,3	1,0	1,7	1,5	
	Hypocreales (Is)																								
	Hypocreales (ni)																								
Taphrinomycetes	Taphrinaceae																								
Ascomycota (ni)																									
Agaricomycetes	Clavariaceae																								
	Physalacriaceae																								
	Pleurotaceae																								
	Schizophyllaceae																								
	Strophariaceae																								
	Tricholomataceae																								
	Amylocorticiaceae																								
	Atheliaceae																								
	Boletaceae																						0,8	4,2	
	Tapinellaceae																								
	Ceratobasidiaceae																								
	Hymenochaetales (Is)																								
	Coriolaceae																								
	Fomitopsidaceae																								
	Meruliaceae													1,1											
	Xenasmataceae																								
	Polyporales (ni)																								
	Peniophoraceae																								
	Russulales (ni)																								
	Agaricomycetes (ni)																								
Cystobasidiomycetes	Buckleyzymaceae																								
	Symmetrosporaceae																								
Malasseziomycetes	Malasseziaceae																7,8								
	Malasseziales (ni)																								
Microbotryomycetes	Leucosporidiaceae																								
	Sporidiobolaceae														1,2	1,1			2,2			1,2	1,2		
Tremellomycetes	Cystofilobasidiaceae																								
	Mrakiaceae																								
	Filobasidiaceae																5,5								
	Piskurozymaceae																								
	Bulleraceae																								
	Bulleribasidiaceae																								
	Tremellaceae																								
	Trichosporonaceae	91,7	90,7	90,9	92,1	93,5	93,0	91,6	89,4	88,6	90,1	67,5	84,2	90,6	90,1	91,2	41,2	92,1	91,4	87,3	93,1	91,2	90,6	87,0	76,0
Fungi (ni)		0,8	1,0	0,5		0,8		0,6		3,9	1,1	1,4	0,9	0,6	0,5	0,9	0,6	0,6	0,7	2,0	0,6	0,7		0,7	18,7
Other (below 1%)		0,7	1,7	1,8	1,3	1,5	0,6	1,4	1,2	1,6	2,1	2,1	1,9	1,2	2,1	2,1	3,9	1,9	0,7	0,7	1,3	1,5	2,5	2,2	2,8

Class	Family	1ZLK	2ZLK	3ZLK	4ZLK	5ZLK	6ZLK	7ZLK	8ZLK	9ZLK	10ZLK	11ZLK	12ZLK	13ZLK	14ZLK	15ZLK	16ZLK	17ZLK	18ZLK	19ZLK	20ZLK	21ZLK	22ZLK	23ZLK	24ZLK	25ZLK
Dothideomycetes	Botryosphaeriaceae											0,6														
	Capnodiales (Is)																									
	Cladosporiaceae														1,5		1,6									
	Mycosphaerellaceae	2,5				0,7				5,2			2,8	1,0	0,9											
	Teratosphaeriaceae																									
	Aureobasidiaceae																					0,5				
	Dothideaceae																									
	Dothioraceae																									
	Dothideales (ni)																									
	Cucurbitariaceae																									
	Didymellaceae														1,1											
	Lentitheciaceae		0,6		0,5	5,2	0,7		0,8	0,8	0,8	2,4	0,5	0,5			0,6	0,7			0,5				0,6	0,7
	Montagnulaceae																									
	Pleosporaceae	1,5	1,4	1,6	1,0	9,8	0,9	1,4	1,5	1,3	1,7	8,7	1,1	0,8	0,7	1,1	1,0	1,3	0,6	0,8	1,0		0,7	1,6	1,3	0,5
	Pleosporales (ni)																									
	Venturiaceae																									
Eurotiomycetes	Herpotrichiellaceae																									
	Trichomeriaceae																									
	Chaetothyriales (ni)																									
	Aspergillaceae					0,9		1,6	1,1	3,2		17,5	2,5	1,4	0,7											
	Thermoascaceae	2,5	3,4	2,6	3,2	26,3	2,9	4,1	4,4	2,5	3,1	15,3	3,1	2,2	2,4	3,7	3,5	3,8	2,7	3,6	3,9	2,8	3,6	3,5	3,1	2,8
Leotiomycetes	Erysiphaceae														0,7											
	Helotiaceae																									
	Helotiales (Is)																									
	Hyaloscyphaceae																									
	Sclerotiniaceae																					0,5				
	Leotiomycetes (ni)																									
Saccharomycetes	Debaryomycetaceae		0,6			0,6						1,3							0,7							
	Phaffomycetaceae																									
	Pichiaceae					1,7						2,4									0,5		0,5			
	Saccharomycetaceae					0,7									1,7							0,6				
	Saccharomycetales (Is)					1,6						2,3								0,6				0,8	0,8	0,5
	Saccharomycodaceae																									
Sordariomycetes	Clavicipitaceae																									
	Hypocreaceae	2,0	2,3	1,6	2,3	8,1	1,9	1,6	1,9	2,2	2,3	8,8	0,8	1,7	0,9	1,0	0,9	1,1	1,5	0,7	1,1	1,4	1,2	0,9	1,2	1,1
	Hypocreales (Is)																									
	Hypocreales (ni)																									
Taphrinomycetes	Taphrinaceae																									
Ascomycota (ni)																										
Agaricomycetes	Clavariaceae																									
	Physalacriaceae																									
	Pleurotaceae														2,5						1,0					
	Schizophyllaceae																									
	Strophariaceae																									
	Tricholomataceae																									
	Amylocorticiaceae																									
	Atheliaceae															0,6										
	Boletaceae																									
	Tapinellaceae																									8,8
	Ceratobasidiaceae																									
	Hymenochaetales (Is)																									
	Coriolaceae																									
	Fomitopsidaceae																									
	Meruliaceae																									
	Xenasmataceae																									
	Polyporales (ni)																									
	Peniophoraceae																									
	Russulales (ni)																									
	Agaricomycetes (ni)																									
Cystobasidiomycetes	Buckleyzymaceae																									
	Symmetrosporaceae																									
Malasseziomycetes	Malasseziaceae					0,9							27,1	0,7	0,8		0,8		2,3			6,4				
	Malasseziales (ni)																									
Microbotryomycetes	Leucosporidiaceae																									
	Sporidiobolaceae					0,6						0,7			11,4											
Tremellomycetes	Cystofilobasidiaceae																									
	Mrakiaceae																									
	Filobasidiaceae																									
	Piskurozymaceae																									
	Bulleraceae																									
	Bulleribasidiaceae																									
	Tremellaceae																									
	Trichosporonaceae	89,0	88,8	91,3	90,1	32,5	89,9	88,5	88,6	83,1	90,0	34,3	60,4	89,5	71,0	91,5	88,0	90,0	87,0	87,1	89,6	84,6	90,7	89,2	90,8	82,0
Fungi (ni)		0,8	0,9		0,8	7,8	1,2	0,8		0,6	0,7	3,1		0,9	1,5		1,1	0,6	2,8	4,6	0,6		1,6	2,0	0,7	1,3
Other (below 1%)		1,7	1,9	2,5	2,0	2,6	2,4	2,1	1,2	1,1	1,4	2,7	1,2	1,3	2,2	1,8	2,6	2,5	2,4	2,7	1,9	2,8	1,7	2,0	1,6	2,4

Class	Family	26ZLK	27ZLK	28ZLK	29ZLK	30ZLK	31ZLK	32K	33K	34K	35K	36K	37K	38K	39K	40K	41K	42K	43K	44K	45K	46K	47K	48K	49K	50K
Dothideomycetes	Botryosphaeriaceae																									
	Capnodiales (Is)																							1,0		
	Cladosporiaceae				0,7	7,1			5,7	5,7										1,5			0,6	1,7		0,6
	Mycosphaerellaceae				1,0				8,1							1,9				0,6			0,6	1,3		
	Teratosphaeriaceae																			0,9						
	Aureobasidiaceae								1,8											1,7				0,9		
	Dothideaceae																									
	Dothioraceae					53,3																				
	Dothideales (ni)																									
	Cucurbitariaceae								1,2																	
	Didymellaceae																									
	Lentitheciaceae							0,5	3,7			1,8								3,5	0,6	0,6		3,0		
	Montagnulaceae																									
	Pleosporaceae	0,7	0,9	0,9		0,6	0,7	1,0	2,8	1,2	0,9	0,7	0,6	1,3	1,4	0,7	0,9	0,8	1,2	5,4	0,6	3,2	0,9	9,9	0,9	1,0
	Pleosporales (ni)								2,2											0,9						
	Venturiaceae																									
Eurotiomycetes	Herpotrichiellaceae					6,9			0,6																	
	Trichomeriaceae																									
	Chaetothyriales (ni)																									
	Aspergillaceae							0,6	1,5		0,8					0,8				3,2				0,6		
	Thermoascaceae	3,3	3,6	2,3	1,2	0,9	2,8	3,2	33,4	3,4	3,2	3,8	2,9	4,3	2,7	3,2	3,1	3,5	3,0	38,6	3,3	2,2	2,7	18,0	2,4	2,8
Leotiomycetes	Erysiphaceae																									
	Helotiaceae								1,0																	
	Helotiales (Is)																									
	Hyaloscyphaceae																									
	Sclerotiniaceae																									
	Leotiomycetes (ni)																									
Saccharomycetes	Debaryomycetaceae							0,9	1,9	0,9	1,0	0,7	0,7	1,0	0,9	2,2	0,7	0,8	0,8	2,4	9,2	0,5		3,5		1,0
	Phaffomycetaceae																							3,9		
	Pichiaceae								4,7			1,8		0,6	0,5			0,5		4,5	1,7	1,3	0,6	4,8	0,5	0,8
	Saccharomycetaceae								2,5		1,9				0,6											
	Saccharomycetales (Is)	1,9			0,8						1,2		0,8			1,4			0,5		0,9		3,8	3,9	0,8	
	Saccharomycodaceae															1,4										
Sordariomycetes	Clavicipitaceae																									
	Hypocreaceae	1,7	1,5				1,3	1,4	6,6	2,0	0,9	2,1	1,1		0,5	0,7	1,6	0,7	1,0	6,2	0,7	0,6	0,9	12,1	1,2	2,0
	Hypocreales (Is)																									
	Hypocreales (ni)								4,2																	
Taphrinomycetes	Taphrinaceae																									
Ascomycota (ni)																										
Agaricomycetes	Clavariaceae																									
	Physalacriaceae																									
	Pleurotaceae																							2,0		
	Schizophyllaceae																									
	Strophariaceae																									
	Tricholomataceae													16,6										3,2		
	Amylocorticiaceae																									
	Atheliaceae																									
	Boletaceae				55,1				0,8	0,7										4,8			0,6			
	Tapinellaceae																			4,2						
	Ceratobasidiaceae																									
	Hymenochaetales (Is)																							0,6		
	Coriolaceae																									
	Fomitopsidaceae												1,4													
	Meruliaceae			1,6					0,9		1,6															
	Xenasmataceae			2,9																						
	Polyporales (ni)																									
	Peniophoraceae																									
	Russulales (ni)														1,0									1,0		
	Agaricomycetes (ni)												3,8					1,5								
Cystobasidiomycetes	Buckleyzymaceae																									
	Symmetrosporaceae																									
Malasseziomycetes	Malasseziaceae		0,6	33,6	3,9			2,4	1,7					0,5		0,6	0,6	0,6	1,4	1,1			0,7	3,3		
	Malasseziales (ni)			2,4					0,5																	
Microbotryomycetes	Leucosporidiaceae																									
	Sporidiobolaceae			0,8																6,7				4,9	0,5	
Tremellomycetes	Cystofilobasidiaceae															0,6										
	Mrakiaceae																									
	Filobasidiaceae								5,3									4,2						1,2		
	Piskurozymaceae																									
	Bulleraceae																									
	Bulleribasidiaceae																									
	Tremellaceae																									
	Trichosporonaceae	82,8	85,5	50,1	32,9	29,1	91,4	84,8	3,2	82,9	85,3	85,9	84,2	72,7	89,0	82,2	89,5	84,1	87,2	6,1	81,1	87,3	85,8	5,0	88,3	88,1
Fungi (ni)		6,1	5,7	2,9	1,1		0,7	2,9	4,9		1,2	0,8	1,1	1,0	0,9		0,8	0,8		6,1		2,7	0,6	13,3	2,5	0,7
Other (below 1%)		3,4	2,2	2,7	3,4	1,8	3,2	2,4	0,8	2,8	1,9	2,4	3,6	2,0	2,5	3,7	2,7	2,5	4,4	1,6	1,7	1,6	2,3	1,1	2,9	3,1

CONCLUSIONS

In conclusion, a higher positive culture rate, interpersonal diversity of the mycoflora, and a clear predominance of specific taxa were observed in AD patients when compared with healthy individuals.

This work was supported by the «Iuventus Plus» grant from the Polish Ministry of Science and Higher Education (0258/IP1/2016/74)