

ПОРАЖЕННОСТЬ ПРОСА НЕКРОТИЧЕСКИМ МЕЛАНОЗОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

А.Ю. СУРКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0002-2425-7623

И.В. СУРКОВА, научный сотрудник, ORCID ID 0000-0002-7333-2511

ФГБНУ ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА, E-mail: niish1c@mail.ru

В статье приведены результаты корреляционного анализа (по Спирмену и по Пирсону) между пораженностью проса некротическим меланозом и морфобиологическими признаками. Исследования были проведены в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона в 2018-2021 гг. По результатам корреляционного анализа выявлены морфологические и биологические признаки устойчивости к некротическому меланозу. Это длина вегетационного периода, пленчатость, высота растения, длина метелки, длина верхнего междоузлия, длина 2-ой снизу веточки, поникаемость метелки, форма метелки, плотность метелки, масса 1000 зерен. Для исследования структуры взаимосвязей между признаками устойчивости к некротическому меланозу нами были рассчитаны частные (парциальные) коэффициенты корреляции. Анализ частных коэффициентов корреляционной связи пораженности проса некротическим меланозом с морфологическими и биологическими признаками показал, что во все годы исследований значительная часть в общей корреляции обусловлена влиянием длины вегетационного периода и длины метелки, а отдельные годы – влиянием пленчатости, длины 2-ой снизу веточки, формы метелки, плотности метелки.

Ключевые слова: просо, селекция, некротический меланоз, коэффициент корреляции, устойчивость сортов, морфологические и биологические признаки.

Для цитирования: Сурков А.Ю., Суркова И.В. Пораженность проса некротическим меланозом в зависимости от морфологических и биологических особенностей. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 4(48):95-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-95-101

THE LESION OF MILLET WITH NECROTIC MELANOSIS, DEPENDING ON MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES

A.Ju. Surkov, I.V. Surkova

FSBSI V.V. DOKUCHAEV FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER, VORONEZH

Abstract: *The article presents the results of correlation analysis (according to Spearman and Pearson) between the lesion of millet with necrotic melanosis and morphobiological signs. The studies were conducted in the conditions of the south-east of the Central Chernozem region in 2018-2021. The results of the correlation analysis revealed morphological and biological signs of resistance to necrotic melanosis. These are the length of the growing season, the filminess, the height of the plant, the length of the panicle, the length of the upper internode, the length of the 2nd branch from the bottom, the droop of the panicle, the shape of the panicle, the density of the panicle, the mass of 1000 grains. To study the structure of the relationships between the signs of resistance to necrotic melanosis, we calculated partial correlation coefficients. Analysis of the partial correlation coefficients of millet necrotic melanosis infestation with morphological and biological signs has shown that in all years of research, a significant part of the overall correlation is due to the influence of the length of the growing season and the length of the panicle, and in some years the influence of the film, the length of the 2nd from the bottom of the twig, the shape of the panicle, the density of the panicle.*

Keywords: millet, breeding, necrotic melanosis, coefficient of correlation, resistance of varieties, morphological and biological signs.

Введение

Степень поражения ядер проса некротическим меланозом зависит не только от метеорологических факторов в период вегетации и уборки, но и от численности насекомых (клопиков и цикадок) – переносчиков меланоза, а также от морфологических признаков и биологических свойств сортов [1-8].

Цель исследований – выявление корреляционной связи пораженности разных морфотипов проса некротическим меланозом с их морфологическими и биологическими признаками, определить наиболее перспективный морфотип проса для селекции сортов, приспособленных к условиям Центрально-Черноземного региона.

Условия, материалы и методы исследований

Полевые опыты были заложены в селекционном севообороте в 2018-2021 гг. По метеорологическим условиям наиболее благоприятными для развития некротического меланоза были 2018, 2019 и 2021 гг., наименее – 2020 г. Метеоданные взяты в гидрометеорологической обсерватории «Каменная Степь». Из метеорологических факторов анализировались количество осадков, среднесуточная температура воздуха, относительная влажность воздуха в период начало выметывания – полная спелость, когда возможно заражение меланозом (табл. 1).

Таблица 1

Пораженность проса меланозом и погодные условия периода начало выметывания – полная спелость

Показатели	2018	2019	2020	2021
Средняя пораженность меланозом, %	2,7	6,4	1,2	4,4
Min	0,0	2,3	0,0	1,9
Max	8,8	11,1	3,1	8,2
Коэффициентов вариации (CV), %	68,9	38,3	70,3	36,8
Количество осадков, мм	143,0	156	65,0	94
Среднесуточная температура воздуха, ° C	21,9	19,9	21,2	24,2
Относительная влажность воздуха, %	58,0	61,0	55,0	55,0

В качестве материала исследований были взяты образцы различных морфотипов: кокцинеум (развесистая метелка, красное зерно), сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), ауреум (сжатая метелка, желтое зерно) и флявум (развесистая метелка, желтое зерно).

Оценка устойчивости селекционного материала проса к некротическому меланозу выявлялась на естественном провокационном фоне, который создается на полях, окруженных лесными полосами. Здесь на опушках лесных полос с дикой растительностью, посевах озимых, в заповедниках развиваются насекомые – переносчики, которые заселяют поля с вегетирующими озимыми и яровыми культурами, в том числе и просом. Пораженность проса меланозом определялась соотношением порченных и здоровых обрубленных зерен в 3-х кратной повторности.

Для выявления зависимости степени поражения некротическим меланозом разных морфотипов проса от их морфологических и биологических особенностей нами был проведен корреляционный анализ (по Спирмену и по Пирсону) у 50 сортов разных морфотипов.

Для исследования структуры взаимосвязей нами были рассчитаны частные (парциальные) коэффициенты корреляции.

Результаты и их обсуждение

В результате исследований было установлено, что между пораженностью меланозом и формой метелки наблюдалась достоверная положительная корреляция, т.е. образцы со сжатой метелкой больше поражались меланозом (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционная связь между пораженностью проса меланозом с морфологическими и биологическими признаками

Показатели	2018	2019	2020	2021
Форма метелки, балл	0,24	0,47***	0,31*	0,33*
Понижаемость метелки, балл	-0,03	-0,44**	-0,30*	-0,45***
Плотность метелки	0,46***	0,22	0,26	0,53***
Масса 1000 зерен, г	0,08	0,36**	0,39**	0,27
Высота растения, см	-0,46***	-0,29*	-0,24	-0,37**
Длина метелки, см	-0,54***	-0,34*	-0,51***	-0,42**
Длина верхнего междоузлия	-0,50***	-0,25	-0,04	-0,45***
Длина 2-ой снизу веточки, см	-0,58***	-0,21	-0,51***	-0,56***
Пленчатость, %	0,35*	-0,27	-0,40**	-0,76***
Длина вегетационного периода, дней	-0,71***	-0,35*	-0,45***	-0,60***

Примечание: *, **, *** – достоверно соответственно на 5%, 1%, 0,1% уровне

Между пораженностью проса меланозом и понижаемостью метелки установлена отрицательная корреляционная связь, т.е. образцы с сильно пониклой метелкой меньше поражались меланозом. Это связано с тем, что у этих образцов влага меньше задерживалась на метелке, а во время дождей лучше стекала.

Образцы с более плотной метелкой сильнее поражались меланозом ($r = 0,22 \dots 0,53$). Также сильнее поражались меланозом крупнозерные формы.

Корреляционная связь с высотой растения и длиной метелки была отрицательная. Более высокие растения с длинной метелкой меньше поражались меланозом. Образцы с развесистой метелкой, как правило, имели более длинную метелку по сравнению с образцами со сжатой компактной метелкой.

Нами выявлена отрицательная корреляционная связь между пораженностью меланозом и такими показателями, как длина верхнего междоузлия и длина 2-ой снизу веточки. Чем выше были эти показатели у образцов, тем меньше у них была пораженность меланозом. У образцов с развесистой метелкой длина 2-ой снизу веточки была больше, чем у образцов со сжатым типом метелки.

Образцы с высокой пленчатостью меньше поражались меланозом. Формы с развесистой метелкой имели более высокую пленчатость, чем образцы со сжатой метелкой.

Между пораженностью меланозом и длиной вегетационного периода наблюдалась достоверная отрицательная корреляция во все годы исследований ($r = - 0,35 \dots - 0,71$). То есть, образцы с более длинным вегетационным периодом меньше поражались некротическим меланозом. Длина вегетационного периода положительно коррелировала с пленчатостью ($r = 0,33 \dots 0,77$), с высотой растения ($r = 0,31 \dots 0,63$), с длиной метелки ($r = 0,35 \dots 0,65$), с длиной 2-ой снизу веточки ($r = 0,24 \dots 0,66$) и отрицательно коррелировала с формой метелки ($r = - 0,20 \dots - 0,30$), с плотностью метелки ($r = - 0,31 \dots - 0,40$), с массой 1000 зерен ($r = - 0,26 \dots - 0,52$), с формой зерновки ($r = - 0,37 \dots - 0,44$).

Продолжительность периодов развития растений проса представлена в таблице 3.

Таблица 3

Продолжительность периодов развития растений проса

Показатели	2018	2019	2020	2021
Продолжительность периода всходы – начало выметывания, дней	36-46	29-41	30-40	38-45
Продолжительность периода начало выметывания – полная спелость, дней	45-47	49-55	52-56	42-44
Продолжительность периода всходы – полная спелость, дней	81-93	78-96	82-96	80-89

Между пораженностью проса меланозом и продолжительностью периода всходы – начало выметывания наблюдалась достоверная отрицательная корреляция во все годы исследований ($r = - 0,45...- 0,75$), а между пораженностью проса меланозом и продолжительностью периода начало выметывания – полная спелость наблюдалась достоверная отрицательная корреляция в 2018 и 2021 гг. (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между пораженностью проса меланозом и длиной периодов развития растений проса

Показатели	2018	2019	2020	2021
Продолжительность периода всходы – начало выметывания, дней	-0,75***	-0,45***	-0,48***	-0,62***
Продолжительность периода начало выметывания – полная спелость, дней	-0,47***	-0,05	-0,22	-0,39**

Благодаря раннему выметыванию период для заражения меланозом у скороспелых образцов протекал в более благоприятных для развития заболевания гидротермических условиях (обильные июльские осадки). Более позднее выметывание сдвигало период для заражения меланозом в менее благоприятные для развития заболевания гидротермические условия (дефицит осадков в августе, особенно в 2018 и 2020 гг.).

Учитывая, что в природных условиях на развитие болезни влияет комплекс морфологических и биологических факторов, а при взаимодействии их между собой может усиливаться или снижаться суммарный эффект. Для исследования структуры взаимосвязей нами были рассчитаны частные (парциальные) коэффициенты корреляции.

Поочередное исключение влияния отдельных морфологических и биологических признаков показало, что частные коэффициенты корреляции между пораженностью проса меланозом и морфобиологическими признаками при одинаковой длине вегетационного периода, высоте растения, длине метелки, форме метелки и плотности метелки в 2018 году значительно отличались от парного коэффициента корреляции (табл. 5).

Таблица 5

Парные и частные коэффициенты корреляционной связи пораженности проса меланозом с морфобиологическими признаками, 2018 г.

Признак, коррелирующий с пораженностью меланозом	Парный коэффициент корреляции	Исключенный признак									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,71	-	-0,67	-0,72	-0,61	-0,58	-0,63	-0,54	-1,06	-0,70	-0,45
2	0,35	0,15	-	0,36	0,31	0,20	0,20	0,19	0,36	0,35	0,23
3	0,08	0,12	0,11	-	0,17	0,05	0,25	0,03	-0,03	0,08	0,01
4	-0,46	0,02	-0,37	-0,46	-	0,01	0,06	0,01	-0,43	-0,46	-0,10
5	-0,54	-0,06	-0,43	-0,54	-0,06	-	-0,33	0,00	-0,50	-0,53	-0,08
6	-0,50	-0,32	-0,47	-0,54	-0,28	-0,25	-	-0,28	-0,51	-0,50	-0,32
7	-0,58	-0,21	-0,55	-0,58	-0,41	-0,25	-0,43	-	-0,55	-0,59	-1,43
8	0,24	0,14	0,22	0,23	0,11	0,06	0,28	0,08	-	0,24	0,06
9	-0,03	-0,08	-0,04	-0,02	-0,08	0,01	-0,09	-0,04	0,01	-	0,02
10	0,46	0,30	0,46	0,46	0,23	0,04	0,24	0,09	0,42	0,47	-

Примечание: 1 – длина вегетационного периода, дн.; 2 – пленчатость, %; 3 – масса 1000 зерен, г; 4 – высота растения, см; 5 – длина метелки, см; 6 – длина верхнего междоузлия, см; 7 – длина 2-ой снизу веточки, см; 8 – форма метелки, балл; 9 – поникаемость метелки балл; 10 – плотность метелки, коэфф.

В 2019 году значительная часть в общей корреляции была обусловлена влиянием длины вегетационного периода, высоты растения, длины метелки и формы метелки (табл. 6).

Таблица 6

Парные и частные коэффициенты корреляционной связи пораженности проса меланозом с морфобиологическими признаками, 2019 г.

Признак, коррелирующий с пораженностью меланозом	Парный коэффициент корреляции	Исключенный признак									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,35	-	-0,29	-0,29	-0,23	-0,20	-0,25	-0,29	-0,25	-0,30	-0,29
2	-0,27	-0,18	-	-0,17	-0,16	-0,16	-0,20	-0,22	-0,13	-0,20	-0,24
3	0,36	0,30	0,30	-	0,28	0,20	0,36	0,29	0,15	0,25	0,29
4	-0,29	-0,10	-0,20	-0,17	-	-0,02	-0,17	-0,20	-0,14	-0,19	-0,20
5	-0,34	-0,18	-0,37	-0,20	-0,19	-	-0,26	-0,30	-0,11	-0,21	-0,27
6	-0,25	-0,07	-0,18	-0,26	-0,07	-0,11	-	-0,17	-0,17	-0,30	-0,19
7	-0,21	-0,03	-0,13	-0,01	0,03	0,16	-0,11	-	-0,06	-0,13	-0,08
8	0,47	0,41	0,42	0,35	0,41	0,36	0,44	0,43	-	0,35	0,43
9	-0,44	-0,40	-0,41	-0,37	-0,38	-0,37	-0,47	-0,41	-0,31	-	-0,40
10	0,22	0,09	0,18	0,06	0,03	-0,07	0,13	0,1	-0,00	0,09	-

В 2020 году поочередное исключение влияния длины вегетационного периода, длины метелки и длины 2-ой снизу веточки показало, что частные коэффициенты корреляции между пораженностью проса меланозом и морфобиологическими признаками значительно отличались от парного коэффициента корреляции (табл. 7).

Таблица 7

Парные и частные коэффициенты корреляционной связи пораженности проса меланозом с морфобиологическими признаками, 2020 г.

Признак, коррелирующий с пораженностью меланозом	Парный коэффициент корреляции	Исключенный признак									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,45	-	-0,36	-0,32	-0,41	-0,18	-0,45	-0,17	-0,40	-0,42	-0,40
2	-0,40	-0,29	-	-0,35	-0,38	-0,34	-0,40	-0,36	-0,31	-0,44	-0,39
3	0,39	0,19	0,33	-	0,36	0,12	0,41	0,13	0,35	0,34	0,31
4	-0,24	-0,13	-0,19	-0,18	-	0,14	-0,25	0,06	-0,23	-0,16	-0,19
5	-0,51	-0,32	-0,46	-0,37	-0,47	-	-0,52	-0,12	-0,44	-0,44	-0,47
6	-0,04	-0,08	-0,05	-0,12	0,06	-0,02	-	-0,06	-0,02	-0,06	-0,05
7	-0,51	-0,31	-0,48	-0,37	-0,47	-0,12	-0,52	-	-0,45	-0,45	-0,47
8	0,31	0,22	0,16	0,15	0,31	0,13	0,31	0,16	-	0,36	0,25
9	-0,30	-0,25	-0,36	-0,23	-0,24	-0,10	-0,30	-0,14	-0,35	-	-0,24
10	0,26	0,12	0,23	0,10	0,21	-0,09	0,26	-0,11	0,19	0,19	-

В 2021 году значительная часть в общей корреляции была обусловлена влиянием длины вегетационного периода, пленчатости, длины метелки, длины 2-ой снизу веточки и плотности метелки (табл. 8).

Таблица 8

Парные и частные коэффициенты корреляционной связи пораженности проса меланозом с морфобиологическими признаками, 2021 г.

Признак, коррелирующий с пораженностью меланозом	Парный коэффициент корреляции	Исключенный признак									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,60	-	-0,02	-0,56	-0,53	-0,53	-0,46	-0,44	-0,56	-0,60	-0,55
2	-0,76	-0,59	-	-0,75	-0,71	-0,70	-0,68	-0,63	-0,73	-0,72	-0,67
3	0,27	-0,06	-0,05	-	0,17	0,17	0,15	-0,03	0,16	0,28	0,19
4	-0,37	-0,19	0,02	-0,31	-	-0,10	-0,22	-0,05	-0,30	-0,18	-0,06
5	-0,42	-0,28	-0,00	-0,37	-0,23	-	-0,50	-0,17	-0,34	-0,18	-0,07
6	-0,45	0,09	-0,02	-0,40	-0,35	-0,32	-	-0,30	-0,41	-0,44	-0,38
7	-0,56	-0,37	-0,14	-0,51	-0,46	-0,43	-0,46	-	-0,48	-0,46	-0,38
8	0,33	0,20	-0,15	0,36	0,25	0,19	0,27	0,07	-	0,31	0,11
9	-0,45	-0,46	-0,18	-0,46	-0,33	-0,25	-0,44	-0,30	-0,52	-	-0,18
10	0,53	0,45	0,25	0,50	0,42	0,37	0,48	0,33	0,45	0,36	-

Анализ частных корреляций пораженности меланозом с морфологическими и биологическими признаками показал, что во все годы исследований значительная часть в общей корреляции обусловлена влиянием длины вегетационного периода и длины метелки, а в отдельные годы – влиянием пленчатости, длины 2-ой снизу веточки, формы метелки и ее плотности.

Заключение

Таким образом, по результатам корреляционного анализа выявлены морфологические и биологические признаки устойчивости к некротическому меланозу. Это длина вегетационного периода, пленчатость, высота растения, длина метелки, длина верхнего междоузлия, длина 2-ой снизу веточки, поникаемость метелки, форма метелки, плотность метелки, масса 1000 зерен. Анализ частных корреляций пораженности меланозом с морфологическими и биологическими признаками показал, что во все годы исследований значительная часть в общей корреляции обусловлена влиянием длины вегетационного периода и длины метелки, а в отдельные годы влиянием пленчатости, длины 2-ой снизу веточки, формы метелки и ее плотности. Выделенные морфологические и биологические признаки можно использовать при отборе устойчивых к некротическому меланозу форм.

Литература

1. Антимонов К.А., Антимонов А.К., Михайлов А.А. Улучшение качества пшена созданием устойчивых к болезням сортов проса // Пищевая промышленность. – 2004. – № 10. – С. 76-77.
2. Золотухин Е.И., Тихонов Н.П., Лизнева Л.Н., Тугушева Х.И., Черкашина В.К. Селекция проса на Юго-Востоке // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2004. – С. 429-459.
3. Кулемина Т.В. Меланоз как фактор низкого качества зерна проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) (Обзор) // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург, – 2019. – Т. 180. – Вып. 4. – С. 186 – 192. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-186-192.
4. Никифорова И.Ю., Кадырова Ф.З. Селекция проса посевного на устойчивость к меланозу в условиях Предкамской зоны республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. – № 2 (36). – С. 136-140. DOI: 10.12737/12518.
5. Сурков А.Ю., Суркова И.В. Пораженность проса некротическим меланозом в зависимости от условий внешней среды // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5. – С. 53-58.
6. Сурков Ю.С. Поражение зародыша и ядра проса меланозом в зависимости от условий внешней среды // Селекция проса на качество зерна и устойчивость к болезням: Научные труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1979. – С. 95-103.

7. Тихонов Н.П. Особенности и результаты селекции проса посевного на устойчивость к меланозу зерна // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 2 (10). – С. 60-63.
8. Чирко Е.М. Поражение зерна меланозом в зависимости от сортовых особенностей проса // Земледелие и растениеводство. – 2016. – № 6. – С. 8-12.

References

1. Antimonov K.A., Antimonov A.K., Mikhaylov A.A. Uluchsheniye kachestva pshena sozdaniyem ustoychivyykh k boleznyam sortov prosa [Improving the quality of millet by creating disease-resistant millet varieties]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry]. 2004, no. 10, pp. 76-77. (In Russian)
2. Zolotukhin E.I., Tikhonov N.P., Lizneva L.N., Tugusheva H.I., Cherkashina V.K. Seleksiya prosa na Yugo-Vostoke [Millet breeding in the Southeast]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur Orel* [Scientific support for the production of leguminous and grain crops]. Orel, 2004, pp. 429-459. (In Russian)
3. Kulemina T.V. Melanoz kak faktor nizkogo kachestva zerna prosa posevnogo (*Panicum miliaceum* L.) (Obzor) [Melanosis as a factor reducing grain quality in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) (A review)]. *Tr. po prikl. botanike, genetike i selekcii* [Proceedings on applied botany, genetics and selection]. ST. Petersburg, 2019, Vol. 180, Issue 4, pp. 186-192. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-186-192. (In Russian)
4. Nikiforova I.Yu., Kadyrova F.Z. Selekcija prosa posevnogo na ustojchivost' k melanozu v usloviyah Predkamskoj zony respubliky Tatarstan [Selection of sown millet to immunity of melanosis at the Kama zone of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo GAU* [Vestnik of Kazan State Agrarian University]. 2015, no. 2 (36), pp. 136-140. DOI: 10.12737/12518 (in Russian)
5. Surkov A.YU., Surkova I.V. Porazhennost' prosa nekroticheskim melanozom v zavisi-mosti ot uslovij vneshnej sredy [Lesion of millet with necrotic melanosis depending on environmental conditions]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]. 2019, no. 5, pp. 53-58 (in Russian)
6. Surkov YU.S. Porazhenie zarodysha i yadra prosa melanozom v zavisimosti ot uslovij vneshnej sredy [The defeat of the embryo and nucleus of millet by melanosis, depending on environmental conditions]. *Selekcija prosa na kachestvo zerna i ustojchivost' k boleznyam: Nauch.tr. VASKHNIL* [Selection of millet for grain quality and disease resistance: Scientific tr. AUAASNL]. Moscow, 1979, pp. 95-103.
7. Tikhonov N.P. Osobennosti i rezul'taty selekcii prosa posevnogo na ustojchivost' k melanozu zerna [The peculiarities and results of millet breeding for resistance to melanosis of grain]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury – Legumes and Grain Crops*, 2014, no. 2 (10), pp.60-63. (In Russian)
8. Chirko E.M. Porazhenie zerna melanozom v zavisimosti ot sortovykh osobennostej prosa [Grain severity caused by melanosis depending on millet varietal peculiarities]. *Zemledelie i rastenievodstvo – Crop Farming and Plant Growing*, 2016, no. 6, pp. 8-12.