

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.11:632.4

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-64-69

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ЭПИФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

О.Ф. Хамова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник сектора микробиологии, ORCID ID: 0000-0003-0757-7008;

П.В. Поползухин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, ORCID ID: 0000-0001-6173-4030;

О.С. Дмитренко, научный сотрудник лаборатории семеноводства ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», 644012, г. Омск, пр-т Академика Королёва, д. 26; e-mail: 55asc@bk.ru

Исследования страховых семенных фондов яровой мягкой пшеницы проводили в отделе семеноводства СибНИИСХ (ФГБНУ «Омский АНЦ»). Цель работы – охарактеризовать развитие эпифитной микрофлоры на семенах яровой мягкой пшеницы и изменение их всхожести при длительном хранении с различной влажностью. Выяснено, что всхожесть семян на 88% зависела от влажности при закладке на хранение и численности грибов на их поверхности. При увеличении исходной влажности семян до 17% численность микроорганизмов на них существенно увеличивалась, а всхожесть снижалась через три года хранения в полиэтиленовой таре до 0–1,9% через 28 месяцев (2,3 года). Установлена множественная корреляционная взаимозависимость между всхожестью зерна (x), влажностью (y) и количеством грибов на его поверхности (z), значимая на 5%-м уровне $r_{xyz} = 0,94$. Семена с повышенной влажностью, а также щуплые, невыполненные лучше хранились в аэробных условиях – льняных мешках в складе с деревянным покрытием пола. В полиэтиленовой таре спелое сухое зерно (с влажностью от 6 до 14%) сохранялось в течение длительного времени независимо от типа покрытия в складе, деревянного или цементного. При уборке семян во влажную прохладную погоду и подсушивании их до стандартной влажности 14% семена лучше затаривать в полиэтиленовые мешки, тип покрытия пола в складе не имеет значения. При более высокой влажности – 17% – семена для сохранения всхожести лучше хранить в льняных мешках в складе с деревянным покрытием пола.

Ключевые слова: яровая пшеница, влажность зерна, всхожесть зерна, эпифитная микрофлора.

Для цитирования: Хамова О.Ф., Поползухин П.В., Дмитренко О.С. Влияние влажности на развитие эпифитной микрофлоры и всхожесть семян яровой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 2. С. 64–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-64-69.

**HUMIDITY EFFECT ON EPIPHYTIC MICROFLORA DEVELOPMENT AND SEED GERMINATION OF SPRING BREAD WHEAT**

O.F. Khamova, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the microbiology sector, ORCID ID: 0000-0003-0757-7008;

P.V. Popolzhukhin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for primary seed production, ORCID ID: 0000-0001-6173-4030;

O.S. Dmitrenko, researcher of the laboratory for primary seed production Omsk Agricultural Research Center, 644012, Omsk, Akademik Korolev Av., 26; e-mail: 55asc@bk.ru

The study of accumulated seed funds of spring bread wheat was carried out at the seed production department of the SibRIA (FSBSI "Omsk ARC"). The purpose of the current work was to characterize the development of epiphytic microflora on seeds of spring bread wheat and the change in their germination capacity during a long-term storage with different humidity. There was found out that the seed germination on 88% depended on the moisture content during storage and a number of fungi on their surface. On increasing the initial moisture content of seeds to 17%, the number of microorganisms on them increased significantly, and germination decreased after three years of storage in plastic containers to 0–1.9% in 28 months (2.3 years). There has been established multiple correlation between grain germination (x), moisture content (y) and a number of fungi on its surface (z), significant at the 5% level $r_{xyz} = 0.94$. Seeds with high humidity, as well as feeble, shrivelled seeds were better stored under aerobic conditions, linen bags in a warehouse with a wooden floor. In polyethylene bags, ripe dry grain (with a moisture content of 6–14%) was stored for a long time, regardless of the floor type in the warehouse, wood or cement. When harvesting seeds in damp cool weather and drying them to a standard moisture content of 14%, it is better to pack the seeds in plastic bags, the type of floor in the warehouse does not matter. At a higher humidity of 17%, it is better to store the seeds in linen bags in a warehouse with a wooden floor to maintain germination.

Keywords: spring wheat, grain moisture, grain germination, epiphytic microflora.

Введение. Одним из необходимых условий формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур является использование для посева высококачественных здоровых семян. Из литературы известно, что на развитие микроорганизмов (бактериальной и грибной микрофлоры) на поверхности семенного материала влияет тара хра-

нения, ее аэрация или герметичность (Neme, 2021).

Качество семенного материала предопределяет в значительной мере полевую всхожесть семян, первоначальный рост, выживаемость растений и в конечном итоге густоту стояния растений. Кроме этого, от качества высеваемых семян во многом зависит эффективность остальных технологических операций возделывания сельскохозяйственной культуры (Belwal et al., 2015).

Исследованиями, проведенными Азиевым К.Г. (1989) и др. в опыте с длительным хранением зерна, было установлено, что в страховых фонды необходимо засыпать физиологически зрелые высококачественные семена, выращенные в благоприятные по гидротермическим показателям годы, с исходной влажностью не более 12%.

На спелом сухом зерне микробы находятся в покоящемся состоянии (анабиозе), численность их по мере хранения постоянно уменьшается. Одной из главных причин снижения посевных качеств семян и потери их массы при длительном хранении является развитие на их поверхности микроорганизмов, бактерий и грибов. Особенно опасны грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. Увлажнение зерна, способствуя размножению микроорганизмов, усиливает процесс его порчи. Сохранность семенного материала зерновых культур определяется его исходным качеством после уборки, а также условиями хранения (Мишустин и Трисвятский, 1963). Поэтому так важно уберечь семена от неблагоприятных воздействий, появления плесеней, потери всхожести, энергии прорастания, т.е. ухудшения их посевных качеств. Целью исследований было оценить развитие эпифитной микрофлоры на семенах яровой мягкой пшеницы и изменение их всхожести при длительном хранении в зависимости от влажности.

Материалы и методы исследований.

Исследования страховых семенных фондов яровой мягкой пшеницы проводили в отделе семеноводства СибНИИСХоза (ФГБНУ «Омский АНЦ»). В различные годы на длительное хранение были заложены партии семян яровой мягкой пшеницы сорта Омская-9 с влажностью семян от 6 до 17%, которая устанавливалась путем активного вентилирования. Семена на хранение закладывались в льняных и полиэтиленовых мешках в складах с деревянным и цементным покрытием пола.

Влажность семян, всхожесть, поражение грибными болезнями определяли по стандартам «Семена сельскохозяйственных культур»: ГОСТ 12041-82 «Методы определения влажности»; ГОСТ 12038-84 «Методы определения всхожести»; ГОСТ 12044-93 «Методы определения зараженности болезнями». Микробиологический анализ поверхности зерна проводили общепринятым стандартным методом – путем смывов на твердые питательные среды: Чапека – для грибов, мясо – пептонный агар (МПА) – для бактерий.

Посевные качества семян зависят от погодных условий выращивания и уборки. При своевременной уборке урожая в сухую погоду при первой закладке опыта первоначальная всхожесть семян составляла 98%. Во вторую закладку опыта уборка в условиях затяжных дождей способствовала активному развитию микроорганизмов на зерновках и колосьях. Всхожесть полученных семян при этой погоде была ниже, чем при первой закладке опыта, и составляла 91–92%. В экстремально засушливых условиях вегетационного периода семена сформировались щуплые, с пониженной всхожестью – 81–86% (третья закладка опыта).

При первой закладке опыта за май–август количество осадков составило 78% от нормы, средняя температура была на 2,5 °С выше нормы. Благоприятные погодные условия сложились в период уборки урожая. Во время уборки пшеницы при второй закладке опыта количество осадков в 2,5 раза превышало норму, а температура воздуха была на 4 °С ниже среднемноголетней, ГТК за май–август – 0,82. Третью закладку опыта проводили с семенами, полученными в условиях экстремальной засухи. За июнь–июль выпало 11 мм осадков при средней температуре воздуха 20,4 °С, ГТК за май–август составил 0,66.

Результаты и их обсуждение. Семена яровой пшеницы, убранные в сухую погоду, с высокими посевными качествами, всхожестью 98%, с влажностью хранения от 6 до 12% через три года имели всхожесть 87,6–89,7% в полиэтиленовой таре и на этом же уровне (88,3–89,4%) в льняных мешках. Потеря всхожести по сравнению с исходной – 98% – за три года хранения составила в среднем 8–10%.

При увеличении влажности семян до 17% в льняной таре всхожесть их снижалась до 80,8%, в полиэтиленовой – до 1,9%.

Причиной снижения посевных качеств семян являлось развитие эпифитной микрофлоры на их поверхности. На доброкачественном зерне с высокой всхожестью количество грибов не должно превышать предел 0,5–3,0 тыс. КОЕ/г (Мишустин и Трисвятский, 1963).

При хранении семян в течение трех лет с влажностью 12% численность грибов на их поверхности возросла по отношению к количеству при 6%-й влажности в 1,6–4,6 раза в зависимости от вида тары, льняной или полиэтиленовой соответственно, но не превышала допустимых пределов. С увеличением влажности семян до 17% количество грибов в льняной таре увеличилось в 3 раза, в полиэтиленовой – в 50 с лишним раз, что в 1,7 раза выше допустимых значений (0,5–3 тыс. КОЕ/г) (табл. 1).

Численность бактерий-сапрофитов на семенах через три года хранения в льняных мешках при влажности 17% уменьшилась на 55% – с 18 до 10 тыс. КОЕ/г по отношению к сухим семенам с влажностью 6%, в то время как в полиэтиленовой таре возросла в 27 раз, достигнув 617 тыс. КОЕ/г.

Таблица 1. Численность микроорганизмов на поверхности семян (КОЕ/г) и их всхожесть (%) после трех лет хранения в зависимости от исходной влажности (первая закладка опыта)
Table 1. The number of microorganisms on the surface of seeds (CFU/g) and their germination (%) after three years of storage, depending on the initial moisture (the first trial establishment)

Вид тары (фактор А)	Грибы, КОЕ/г				Бактерии, растущие на МПА, тыс. КОЕ/г				Всхожесть, %*			
	Влажность семян, % (фактор В)											
	6	12	17	Среднее А	6	12	17	Среднее А	6	12	17	Среднее А
Льняная	133	218	414	255	18	19	10	16	89,4	88,3	80,8	86,1
Полиэтиленовая	102	477	5224	1934	23	22	617	221	89,7	87,6	1,9	59,7
В среднем по фактору В	118	348	2819	1095	21	21	314	119	89,6	88,0	41,4	73,0

*Всхожесть после уборки составляла 98%; КОЕ – колониеобразующие единицы. Количество грибов не должно превышать 0,5–3 тыс. КОЕ/г (Мишустин и др., 1963).

Полученные данные свидетельствуют о том, что на поверхности семян с повышенной влажностью (17%), помещенных в анаэробные условия (полиэтиленовая тара), усиленно развивается грибная (плесневая) и бактериальная микрофлора, что приводит к потере их посевных качеств. Семена с высокой влажностью в льняных мешках менее подвержены порче микроорганизмами, сохраняя всхожесть на уровне 80% более длительное время.

При хранении в льняных мешках исходная влажность семян выравнивалась за счет равновесной влажности воздуха до 12±0,6%. Полиэтиленовые мешки более герметичны в сравнении с льняными, сохраняя влажность семян, близкую к исходной, продолжительный период времени. Увлажненные семена в анаэробных условиях являются субстратом для развития плесневых грибов, в основном *Penicillium*, выделяющих микотоксины и вызывающих порчу зерна.

При уборке семян в прохладную дождливую погоду (вторая закладка опыта) количество микроскопических грибов на их поверхности при стандартной влажности зерна 14% (ГОСТ

12041-82) через месяц хранения в складе с цементным покрытием пола было на 44% выше, чем с деревянным полом, составляя в среднем 658 и 367 КОЕ/г соответственно. Количество грибов на поверхности семян 14%-й влажности в полиэтиленовой таре было на 43% больше, чем в льняной (среднее по обоим складам – 603 и 422 КОЕ/г соответственно), однако находилось в допустимых пределах 0,5–3 тыс. КОЕ/г. Через 2,3 г. хранения (28 месяцев) в льняных мешках количество грибной микрофлоры на поверхности семян при стандартной влажности 14% в складе с деревянным покрытием пола увеличилось в 2,6 раза, с цементным – в 4,7 раза. Однако колебания численности грибов независимо от тары, в которой хранились семена, были в пределах 0,5–3 тыс. КОЕ/г, т.е. не выходили за границы допустимых. При этом в полиэтиленовых мешках количество грибов в течение 2,3 г. хранения при 14%-й влажности снизилось в 1,7–2,1 раза, в то время как в льняных увеличилось в 2,5–4,7 раза. Значительное превышение допустимой численности грибов на поверхности семян было при их исходной влажности закладки на хранение 17% (табл. 2).

Таблица 2. Численность микроорганизмов (КОЕ/г) на поверхности семян и всхожесть (%) в зависимости от влажности хранения при второй закладке опыта
Table 2. The number of microorganisms on the surface of seeds (CFU / g) and their germination (%) depending on storage humidity

Показатель	Деревянный пол						Цементный пол					
	Лен			Полиэтилен			Лен			Полиэтилен		
	Влага зерна, %											
	6	14	17	6	14	17	6	14	17	6	14	17
Через месяц после уборки												
Грибы, КОЕ/г	165	173	227	63	561	189	242	671	238	58	645	117
Бактерии, растущие на МПА, тыс. КОЕ/г	82	168	1775	195	179	14 656	450	615	2086	543	449	9473
В т.ч. <i>Ps. herbicola</i> , тыс. КОЕ/г	22	56	17	95	90	< 1	121	179	17	179	118	< 1
Всхожесть, %	90	86	91	91	87	74	91	92	85	92	91	81
Через 28 месяцев хранения (2,3 г.)												
Грибы, КОЕ/г	429	444	4257	479	325	8903	1964	3151	5760	242	30	16 172
Бактерии, растущие на МПА, тыс. КОЕ/г	74	26	2129	189	138	641	76	77	1196	259	70	7914
В т.ч. <i>Ps. herbicola</i> , тыс. КОЕ/г	11	36	< 1	50	48	< 1	22	22	22	60	19	< 1
Всхожесть, %	65	67	72	73	87	0	62	83	68	77	78	0

*Всхожесть семян после уборки – 91–92%.

Эпифитная микрофлора зерна представлена в основном бактериями, количество которых может быть очень велико. При обследовании семян пшеницы из разных стран мира

насчитывали от 46 до 3260 тыс. бактериальных клеток на 1 г (Селихова, 2019). Причем численность микроорганизмов в значительной мере связана с погодными условиями в период уборки

ки, возрастая во влажную погоду и уменьшаясь в сухую (Поворова и Авраменко, 2017; Власов и др., 2011). Количество бактерий-сапрофитов на семенах, убранных в сухую погоду, составляло, в зависимости от влажности и условий хранения, от 10 до 617 тыс. КОЕ/г (см. табл. 1). При уборке в дождливую погоду количество бактерий значительно увеличивалось – до 82–14 656 тыс КОЕ/г (табл. 2).

Через 2,3 г. хранения численность бактериальной флоры на поверхности семян снижалась до 70–7914 тыс/ КОЕ/г. Наибольшее количество бактерий на семенах было при высокой исходной влажности – 17% – в полиэтиленовой таре. При хранении в деревянном складе численность бактерий уменьшилась почти в 23 раза, в цементном – в 1,2 раза по сравнению с исходной.

Преобладание среди бактерий неспорозной палочки *Ps. herbicola* является индикатором сохранности зерна (Поворова и Авраменко, 2017). При влажности семян 17% в льняной таре *Ps. herbicola* составляла менее 1% общей численности сапрофитных бактерий. В полиэтиленовой таре в этих условиях хранения она вообще не была обнаружена.

Всхожесть семян после 2,3 г. хранения снизилась независимо от вида покрытия пола склада при влажности 6–14% в льняных мешках до 62–67%, максимум – 83%, при 17%-й влажности – до 68–72%, в полиэтиленовых соответственно 73–87%, при 17%-й влаге снижаясь до нуля процентов (табл. 2). В первой закладке опыта после трех лет хранения семян с 17%-й влажностью в полиэтиленовой таре всхожесть составляла от 0 до 1,9%. Следует отметить, что изначальная всхожесть

семян в первую закладку опыта была высокой – 98%.

Таким образом, при уборке семян во влажную прохладную погоду и подсушивании их до стандартной влажности 14% семена лучше затаривать в полиэтиленовые мешки, можно хранить в складе независимо от покрытия пола. При более высокой влажности – 17% семена лучше хранить в льняных мешках при деревянном покрытии пола склада. В целом тип покрытия пола в складе не имеет существенного значения, поскольку, несмотря на более высокое количество микрофлоры на поверхности семян в складе с цементным полом, оно не превышало допустимых пределов.

В условиях экстремально засушливого лета зерно сформировалось щуплое и невыполненное. Численность грибов на поверхности была достаточно высокой (758–1017 КОЕ/г), хотя и не выходила за допустимые пределы (0,5–3 тыс КОЕ/г). Количество бактерий сапрофитов на поверхности семян составляло 1376–7569 тыс КОЕ/г, в сравнении с предыдущими закладками опыта довольно значительная величина. В связи с высокой обсемененностью зерна пшеницы микроорганизмами всхожесть его была ниже, чем в предыдущие две закладки опыта. Она составляла в льняных мешках 85–88%, полиэтиленовых – 81–83% (табл. 3). Следует отметить, что по ГОСТ Р 52325-2005 (стандарт ГОСТ 12038-84) всхожесть семян для посева яровой мягкой пшеницы в зоне исследований должна быть не менее 77–82%. То есть, несмотря на различные по увлажнению погодные условия уборки, полученные семена были вполне пригодны к посеву на следующий год.

Таблица 3. Численность микроорганизмов (КОЕ/г) на поверхности семян, полученных в условиях экстремальной засухи в зависимости от условий хранения и исходной влажности, третья закладка опыта
Table 3. The number of microorganisms on the surface of seeds (CFU/g) obtained under extreme drought conditions, depending on storage conditions and initial humidity (the third trial establishment)

Показатель	Деревянный / Цементный					
	Лен			Полиэтилен		
	6	14	17	6	14	17
После уборки						
Грибы, КОЕ/г	1017	767	758	932	897	906
Бактерии, растущие на МПА, тыс КОЕ/г	6593	2148	6590	1376	5926	7569
Всхожесть, %	85	88	86	81	83	82
Через 16 месяцев хранения (1,3 г.)						
Грибы, КОЕ/г	185/304*	622/333	498/600	819/753	357/108	361/682
Бактерии, растущие на МПА, тыс КОЕ/г	1489/755	2434/2571	1433/3127	2379/3591	1440/1746	1856/393
Всхожесть, %	80/85	84/87	80/80	82/84	84/79	62/37

*Числитель – деревянное покрытие пола склада, знаменатель – цементное.

Через 1,3 г. хранения семян, полученных в условиях экстремальной засухи, численность грибов на их поверхности при влажности 6% снизилась как в складах с деревянным покрытием, так и с цементным, в льняных мешках в 5,5 и 3,4 раза, полиэтиленовых – в 1,1–1,2 раза соответственно. При влажности хранения 14%

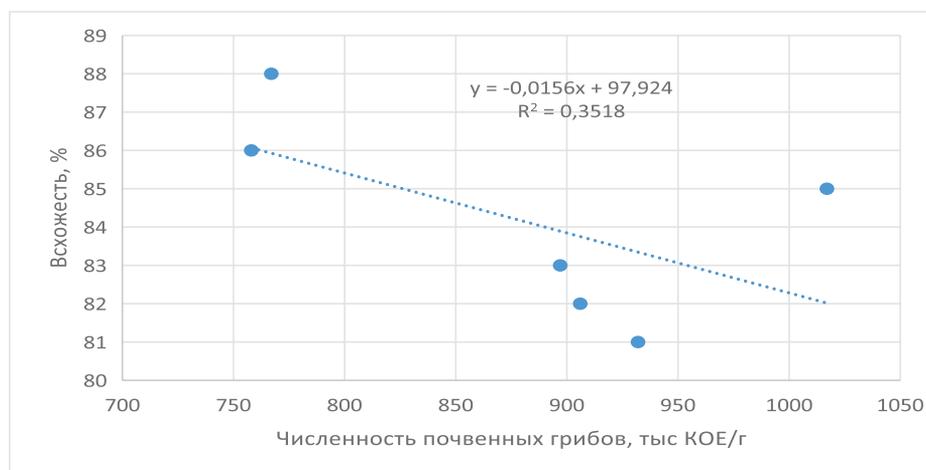
количество грибов на семенах уменьшилось на 19 и 56,5% в льняной таре и на 60 и 88% в полиэтиленовой в складах с деревянным покрытием пола и цементным соответственно. Такая же тенденция снижения количества грибов на поверхности семян прослеживалась и при влажности 17%. Количество бакте-

рий на семенах в сравнении с послеуборочным также значительно уменьшилась при хранении – в льняных мешках при влажности 6 и 17% в 4,4 и 4,6 раза, в полиэтиленовых при влажности 17% и более в 4,1 раза (табл. 3).

Послеуборочная всхожесть семян составляла в льняной таре 85–88%, полиэтиленовой – 81–83%. Через 1,3 г. хранения всхожесть семян в льняной таре была на уровне 80–85% независимо от типа покрытия склада. В полиэтиленовых мешках при влажности семян 6 и 14% в складе с деревянным покрытием пола всхо-

жесть составляла 82–84%, при увеличении влажности семян до 14 и 17% в складе с цементным покрытием пола всхожесть снижалась до 79 и 37% соответственно.

Коэффициент корреляции между численностью грибов на поверхности семян и их всхожестью высокий ($r = -0,96$), что свидетельствует о тесной обратной взаимозависимости между этими показателями. Следовательно, микрофлора семян является точным индикатором их качества, которое определяется условиями хранения (см. рисунок).



Зависимость всхожести яровой мягкой пшеницы (Y, %) от количества грибов на поверхности семян (X, тыс. КОЕ/г) (по данным третьей закладки опыта)
Dependence of spring bread wheat germination (Y, %) on a number of fungi on seeds' surface (X, thousand of CFU/g) (according to the third trial)

Определяющее влияние на численность грибов и бактерий на поверхности семян, а следовательно, и на их всхожесть, оказала исходная влажность зерновой массы. Корреляционная зависимость между влажностью семян и численностью микроорганизмов на их поверхности очень тесная ($r = 0,85$). Коэффициент корреляции между показателями влажности и всхожести семян был равен $r = -0,79 \pm 0,6$, что свидетельствует о высокой степени зависимости.

Множественная взаимозависимость между всхожестью (x), влажностью семян (y) и количеством грибов на их поверхности (z) была значимой на 5%-м уровне $r_{xyz} = 0,94$. Судя по коэффициенту детерминации $r^2_{xyz} = 0,88$, посевные качества семян на 88% зависели от влажности и численности грибов на их поверхности. Полученные результаты подтверждают выводы К.Г. Азиева и др. (1989), что семена при влажности 6–14% при хранении в герметичной полиэтиленовой таре сохраняют высокую всхожесть до трех лет. Партии семян с влажностью более 16% менее стойкие при длительном хранении. Семена в аэробных условиях (льняной таре) в меньшей степени теряют всхожесть, чем в полиэтиленовой.

Выводы

1. Численность микроорганизмов на поверхности семян в зависимости от условий хранения может характеризовать их посевные качества. Установлена множественная корреляционная взаимозависимость между всхожестью зерна (x), влажностью (y) и количеством грибов на его поверхности (z), значимая на 5%-м уровне $r_{xyz} = 0,94$. Исходя из этого, посевные качества семян на 88% зависели от влажности при закладке на хранение и численности грибов на их поверхности.

2. При увеличении исходной влажности семян до 17% численность микроорганизмов на них существенно (в 2,6–4,7 раза) увеличивалась, а всхожесть снижалась через 2,3–3 года хранения в полиэтиленовой таре до 0–1,9%.

3. Семена с повышенной влажностью (17%), а также щуплые, невыполненные лучше хранились в аэробных условиях, льняных мешках в складе с деревянным покрытием пола. В полиэтиленовой таре спелое сухое зерно (влажность от 6 до 14%) в большей степени в сравнении с льняной сохраняло всхожесть в течение длительного времени независимо от типа покрытия склада – деревянного или цементного (на уровне 73–84%).

Библиографические ссылки

1. Азиев К.Г., Дмитренко О.С. Пашнин В.Ф. Как хранить семена // Земля сибирская дальневосточная. 1989. № 12. С. 20–21.

2. Власов В.В., Шульман Н.Н., Куниченко Н.А., Соколова Л.Н., Антюхова О.В., Виноградский Н.Н. Влияние микрофлоры семян пшеницы на их качество // Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. 2011. № 2(38). С. 179–186.
3. Мишустин Е.Н., Трисвятский Л.А. Микробы и зерно. М.: Издательство академии наук СССР, 1963. 91 с.
4. Поворова О.В., Авраменко Я.Н. Эпифитная микрофлора как индикатор всхожести и прорастания зерна // Проблемы устойчивого развития регионов республики Беларусь и сопредельных стран. Мат-лы VI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. Могилев, 2017. С. 104–107.
5. Селихова А.А. Эпифитная микрофлора растений как специфический фактор растительного иммунитета // Молодой ученый. 2019. № 51. С. 280–282.
6. Belwal T., Bisht A., Bhat I.D.T., Rawal R.S. Influence of seed priming and storage time on germination and enzymatic activity of selected Berberis species // Plant Growth Regulation. 2015. Vol. 77. No 2. P. 189–199. DOI 10.1007/s10725-015-0051-0.
7. Neme K. Effects of variety, storage container, and duration on the physical properties, oil content, germination capacity, and seed loss due to *Plodia interpunctella* infestation of Ethiopian sesame // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021. Vol. 101. No. 3. P. 843–852.

References

1. Aziev K.G., Dmitrenko O.S. Pashnin V.F. Kak khranit' semena [How to store seeds] // Zemlya sibirskaya dal'nevostochnaya. 1989. № 12. S. 20–21.
2. Vlasov V.V., Shul'man N.N., Kunichenko N.A., Sokolova L.N., Antyukhova O.V., Vinogradskii N.N. Vliyaniye mikroflory semyan pshenitsy na ikh kachestvo [The effect of the wheat seed microflora on their quality] // Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie i khimicheskie nauki. 2011. № 2(38). S. 179–186.
3. Mishustin E.N., Trisvyatskii L.A. Mikroby i zerno [Germs and grain]. M.: Izdatel'stvo akademii nauk SSSR, 1963. 91 s.
4. Povorova O.V., Avramenko Ya.N. Epifitnaya mikroflora kak indikator vskhozhesti i prorastaniya zerna [Epiphytic microflora as an indicator of grain germination] // Problemy ustoichivogo razvitiya regionov respubliki Belarus' i sopredel'nykh stran. Mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. Mogilev, 2017. S. 104–107.
5. Selikhova A.A. Epifitnaya mikroflora rastenii kak spetsificheskii faktor rastitel'nogo immuniteta [Epiphytic microflora of plants as a specific factor of plant immunity] // Molodoi uchenyi. 2019. № 51. S. 280–282.
6. Belwal T., Bisht A., Bhat I.D.T., Rawal R.S. Influence of seed priming and storage time on germination and enzymatic activity of selected Berberis species // Plant Growth Regulation. 2015. Vol. 77. No 2. P. 189–199. DOI 10.1007/s10725-015-0051-0.
7. Neme K. Effects of variety, storage container, and duration on the physical properties, oil content, germination capacity, and seed loss due to *Plodia interpunctella* infestation of Ethiopian sesame // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021. Vol. 101. No. 3. P. 843–852.

Поступила: 5.07.21; доработана после рецензирования: 11.01.22; принята к публикации: 24.01.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Хамова О.Ф. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Поползухин П.В., Дмитренко О.С. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных; Хамова О.Ф., Поползухин П.В. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.