

ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

на життєдіяльність шкідників запасів зерна

Висвітлено результати дослідження впливу на домінуючих видів шкідників запасів зерна (булавовусого, малого борошняного хрущаків, південної комірної вогнівки) абіотичних факторів. Охарактеризовано залежність розвитку вікових стадій комах від умов навколишнього середовища: температурного режиму, зволоженості зерна та кормової бази. Здійснено пошук кореляційних зв'язків між розвитком булавовусого хрущака і впливом абіотичних факторів. Визначено тривалість формування генерації булавовусого, малого борошняного хрущаків та суринамського борошноїда залежно від температури середовища та корму.

запаси зерна, комірні шкідники, абіотичні фактори, екологічна пластичність, таксис, температурний режим, відносна вологість повітря, вологість зерна, кореляція

Для кожного виду комірних шкідників характерна певна постійність вимог щодо стану навколишнього середовища, яке забезпечує наявність їжі, тепла, вологи, світла, повітря. На зміни умов комахи і кліщі відповідають певними реакціями: розмноження, розвиток, виживання, рухливість.

За особливостями біології одні види теплолюбні і вологолюбні, інші, навпаки, надають перевагу сухому зерну чи є холодостійкими. Важливе значення у попередженні заселення, стримування розвитку і розмноження комах та кліщів відіграють абіотичні фактори, серед яких основна роль належить температурі та вологості зерна і повітря. Членистоногі по-різному відносяться до коливань цих показників. Межі здатності переносити ті чи інші умови свідчать про екологічну пластичність виду. Реакцію організму на дію середовища існування називають таксисами, які можуть бути позитивними чи негативними [1].

Комахи належать до пойкилотермних тварин, тобто не мають сталої температури тіла і повністю залежать від умов навколишнього середовища. Найбільш інтенсивно жуки розмножуються при темпера-

І.В. БОНДАРЕНКО,
 молодший науковий співробітник
 bondarenko.ilopochcka@yandex.ru
 Полтавська державна
 сільськогосподарська дослідна станція
 ім. М.І. Вавилова ІС
 і АПВ НААН України
 вул. Шведська 86, м. Полтава, 36029

турі +18—28°C, окремі види — +30—35°C, відносній вологості повітря — 70—90% та зерна — 14—17%. За температури 13—15°C їх активність знижується, а за 11°C і нижче вони зовсім не розмножуються та впадають в холодове оціпеніння. Не переносять надмірно високих температур, за +36°C швидко гинуть. Відомо що, температура 21,1°C є нижньою межею для безпечного зберігання запасів. При її підвищенні слід очікувати сильного пошкодження зерна комірними шкідниками [2—5].

Чим нижче температура, тим інтенсивність життя і шкідливість менша. Встановлено, що за 17—19°C розвиток комах від яйця до імаго у більшості видів триває від 3 до 9 місяців [6]. Кліщі більш холодостійкі, окремі їх види можуть розмножуватися за температури 5—7°C, хоча дуже повільно [7, 8].

В екології існує таке поняття, як нижній температурний поріг розвитку шкідників (НТПР), за межами якого вони не можуть жити, розмножуватися і розвиватися [9, 10].

Найбільш сприятливі умови для розвитку шкідників хлібних запасів створюються в злежаних зернових партіях, які тривалий час зберігають температуру в межах 25—30°C і вище. Чисельність рисового довгоносика, булавовусого хрущака та інших твердокрилих в таких насіпах протягом 3—4 місяців може досягнути 30—100 і більше особин кожного виду в 1 кг проби [11].

Для шкідників, які розмножуються у складських приміщеннях, має значення вологість зерна. Чим вона нижча, тим стійкіше зерно проти шкідників. Майже всі комахи розвиваються за вологості зерна 12%,

окрім кліщів, для яких оптимальним є 15—18%. Цілі зерна з вологістю нижче 14% вони не пошкоджують [1, 12]. Деякі види хрущаків здатні розмножуватися в борошні, вологість якого становить лише 1% [1].

Мета дослідження полягає у вивченні впливу температури середовища, вологості зерна та кормової бази на розвиток домінуючих видів комірних шкідників з урахуванням їх біоекологічних особливостей. Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступні **завдання**: уточнити особливості розвитку шкідників запасів залежно від умов, режимів зберігання зерна; вивчити особливості біології домінуючих видів, враховуючи вплив абіотичних факторів; встановити тривалість формування вікових стадій розвитку комах залежно від температурного режиму та кормової бази.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведено на базі лабораторії токсикології пестицидів Інституту захисту рослин НААН України та «Решетилівської дільниці Полтавського хлібоприймального підприємства». Об'єктами досліджень були шкідники, відібрані з зерна: булавовусий (*Tribolium castaneum* Hbst.) та малий борошняний (*Tribolium confusum* Duv.) хрущаки, південна комірна вогнівка (*Plodia interpunctella* Hb.).

У кожний зразок закладено по 30 екземплярів личинок старшого віку певного виду шкідників. Використовували два типи корму: пшенична і ячна крупи. Обрахунки всіх життєвих стадій розвитку здійснювали через кожні 7 днів, протягом 2012—2014 років. Показники температури: висока — +30°C, середня — +23°C, низька — +17°C. Показники вологості зерна: висока — 16%, середня — 14%, контроль без зволоження — 13%. Всі зразки для визначення реакції на вологість утримували за температури +23°C. Корм у варіантах на встановлення впливу температури не зволожували, тобто вологість сягала близько 12—13%. Заміну кормів у досліджуваних зразках здійснювали не частіше, ніж

раз у два місяці. Вікові стадії розвитку шкідників були відокремлені одна від одної у різні тари, з метою уникнення явищ канібалізму, що характерно для борошняних хрущаків. Для досягнення відповідних температурних режимів побудовані спеціальні інкубаторні установки, обладнані терморегуляторами.

Коефіцієнти кореляції визначали за допомогою комп'ютерної програми для статистичних розрахунків Statgraphics.

За особливостями біологічного розвитку доміантних видів шкідників запасів спостерігали на булавову-сому, малому борошняному хрущакі, суринамському борошноїдові, враховуючи їх залежність від температури навколишнього середовища й кормової бази. Дослід закладено у трьох повторностях, у кожному з яких підсаджували по 10 екземплярів імаго кожного виду шкідників, взятих з лабораторного розведення. Після появи перших личинок дорослих особин відокремлювали з досліджуваних зразків. Шкідників утримували за двох діапазонів температури: 30 і 23°C, з використанням пшеничної і ячної круп в якості корму. Зразки не зволожували (≈12–13%). Фіксували появу кожної вікової стадії розвитку, від яйця до дорослої особини та підраховували кількість днів, необхідних для формування генерацій шкідників.

Результати досліджень. За високих температур (+30°C) спостерігали інтенсивне нарощування чисельності булавовусого хрущака (табл. 1). Максимальна кількість особин сягала 2–3 тисячі (залежно від кормової бази). Утримання шкідників за середніх температур (+23°C) не викликало припинення процесу розмноження, але порівнюючи з більш високою температурою кількість їх була меншою і формування генерації займало більше часу. Після 40 днів обліків у варіантах з високою температурою кількість шкідників сягала понад 200, тоді як за середніх і низьких знижувалася. Збільшення кількості особин до 200 екземплярів за середніх температур помічено лише через 7 місяців.

За дії низьких температур (+17°C) спостерігалось поступове виродження популяції, що призвело до повної загибелі жуків впродовж 6 місяців, тож результати дослідження показали неможливість відродження лялечок та імаго шкідника за таких умов. Температура близько +17°C викликає холо-

1. Розвиток булавовусого хрущака (*Tribolium castaneum* Hbst.) залежно від температурного режиму

Обліки на день	+30°C				+23°C				+17°C			
	Кількість шкідників											
	личинки	лялечки	імаго	всього	личинки	лялечки	імаго	всього	личинки	лялечки	імаго	всього
Пшенична крупа												
7	28	2	0	30	25	3	0	28	30	0	0	30
28	12	0	25	37	2	4	16	22	29	0	0	29
56	425	95	73	593	1	0	26	27	19	7	0	26
84	648	40	444	1132	0	1	25	26	10	9	0	19
112	72	2	519	593	0	0	26	26	9	3	0	12
140	17	1	428	446	34	0	25	59	8	0	0	8
168	1081	49	298	1428	17	0	25	42	5	0	0	5
196	746	1	683	1430	4	1	34	39	0	0	0	0
224	435	2	562	999	87	0	35	122	—	—	—	—
252	98	0	207	305	32	13	34	79	—	—	—	—
280	361	10	122	493	159	0	49	208	—	—	—	—
308	26	0	119	145	155	0	51	206	—	—	—	—
336	110	14	111	235	141	0	49	190	—	—	—	—
364	56	0	110	166	5	0	47	52	—	—	—	—
392	29	0	74	103	110	0	45	155	—	—	—	—
420	32	3	36	71	59	4	43	106	—	—	—	—
448	39	3	36	78	23	0	40	63	—	—	—	—
476	42	6	35	83	2	0	34	36	—	—	—	—
504	101	0	32	133	82	0	30	112	—	—	—	—
532	16	16	51	83	94	0	25	119	—	—	—	—
560	150	0	56	206	14	0	20	34	—	—	—	—
588	57	34	41	132	6	0	15	21	—	—	—	—
616	63	0	45	108	0	1	5	6	—	—	—	—
644	46	50	55	151	40	0	6	46	—	—	—	—
672	101	1	92	194	32	8	8	48	—	—	—	—
700	357	141	140	638	117	0	16	133	—	—	—	—
728	227	1	266	494	54	0	16	70	—	—	—	—
Ячна крупа												
7	29	1	0	30	20	7	0	27	27	1	0	28
28	2	0	26	28	1	7	19	27	21	1	0	22
56	302	88	131	521	0	0	23	23	10	10	0	20
84	602	65	520	1187	0	0	23	23	5	6	0	11
112	731	55	848	1634	0	0	23	23	4	3	0	7
140	708	284	1163	2155	28	0	23	51	4	0	0	4
168	1056	46	1402	2504	26	15	22	63	1	0	0	1
196	848	1	1281	2130	34	0	56	90	0	0	0	0
224	644	2	957	1603	277	14	62	353	—	—	—	—
252	259	0	752	1011	118	24	146	288	—	—	—	—
280	774	1	572	1347	199	0	165	364	—	—	—	—
308	255	2	473	730	208	1	167	376	—	—	—	—
336	416	19	315	750	211	0	162	373	—	—	—	—
364	100	1	184	285	57	0	153	210	—	—	—	—
392	183	5	105	293	175	0	145	320	—	—	—	—
420	108	1	59	168	77	1	132	210	—	—	—	—
448	120	0	40	160	117	0	119	236	—	—	—	—
476	36	0	32	68	20	0	112	132	—	—	—	—
504	244	0	31	275	84	0	108	192	—	—	—	—
532	80	5	160	245	198	7	112	317	—	—	—	—
560	408	16	182	606	76	3	201	280	—	—	—	—
588	345	27	206	578	101	0	199	300	—	—	—	—
616	337	1	216	554	45	0	199	244	—	—	—	—
644	118	4	219	341	141	3	40	184	—	—	—	—
672	59	1	186	246	69	2	41	112	—	—	—	—
700	468	48	263	779	266	0	24	290	—	—	—	—
728	219	0	250	469	128	0	14	142	—	—	—	—

дове оціпіння у дорослих личинок булавовусого хрущака.

Встановлено залежність розвитку даного виду від кормової бази, булавовусий хрущак розвивався значно краще на ячній крупі, порівняно з пшеничною. Тобто ячна крупа має для нього більшу кормову цінність.

Розвиток булавовусого хрущака залежить від впливу низьких температур, лінійна кореляція для даного виду шкідника дорівнювала $-0,980$ ($Y = 33,1905 - 0,172883 \cdot X$). Виявлено наявність негативної кореляції у розвитку личинкової стадії булавовусого хрущака від впливу низьких температур ($+17^\circ\text{C}$), що становила $-0,971$ ($Y = 38,4469 - 2,67924 \cdot \sqrt{X}$) у варіантах з пшеничною крупою. Встановлено залежність між розвитком булавовусого хрущака при утриманні на ячній крупі за середніх температур ($+23^\circ\text{C}$), кореляція сягала $0,758$ ($Y = 1,69738 \cdot X^{0,786118}$). У зразках з ячною крупою підтверджено наявність впливу на відродження личинок низьких температур, також виявлено високий рівень негативних кореляційних зв'язків $-0,966$ ($Y = 50,4573 - 9,76162 \cdot \ln(X)$), щодо всіх вікових стадій розвитку кореляція становила $-0,991$ ($Y = (5,71568 - 0,0283795 \cdot X^2)$). Оскільки більшою мірою виявляється негативна кореляція, це вказує на те, що збільшення тривалості часу за низьких температур призводить до зменшення кількості шкідників. Не виявлено тісних зв'язків між розвитком булавовусого хрущака і рівнем зволоженості кормів, високими та середніми температурами, коефіцієнти кореляції не перевищували $0,5$.

У варіантах визначення реакції на вологість температура сягала $+23^\circ\text{C}$, відповідно кількість шкідників була порівняно незначною (табл. 2). Проте, найбільш оптимальними для розвитку булавовусого хрущака виявилися помірні умови зволоження ($\approx 14\%$). За заміни кормів, особливо у зразках з ячною крупою, спостерігалися спади активності розмноження шкідника, проте за підвищення вологості зафіксовано спад її інтенсивності та зростання смертності особин. Булавовусий хрущак здатний до розмноження на сухому зерні. Зволоження на рівні 16% призвело до загибелі всіх стадій розвитку шкідника наприкінці досліду. Надмірно зволожені запаси зерна не є оптимальними для даного виду.

Повне вимирання личинок мало-го борошняного хрущака і гусениць

2. Розвиток булавовусого хрущака (*Tribolium castaneum* Hbst.) залежно від вологості кормів

Обліки на.....день	16%				14%				13%			
	Кількість шкідників											
	личинки	лялечки	імаго	всього	личинки	лялечки	імаго	всього	личинки	лялечки	імаго	всього
Пшенична крупа												
7	28	0	0	28	30	0	0	30	28	1	0	29
28	1	22	4	27	4	22	0	26	0	22	5	27
56	0	1	18	19	1	1	23	25	0	0	23	23
84	0	0	18	18	0	1	21	22	0	0	20	20
112	6	0	17	23	5	0	20	25	1	0	17	18
140	3	0	13	16	11	0	15	26	0	0	14	14
168	3	0	10	13	71	0	10	81	2	0	9	11
196	1	0	15	16	87	11	15	113	4	0	1	5
224	13	0	10	23	19	0	38	57	3	0	2	5
252	11	0	9	20	129	0	34	163	31	1	2	34
280	4	1	11	16	44	2	14	60	40	2	3	45
308	1	0	11	12	9	0	10	19	10	0	10	20
336	2	0	10	12	5	0	9	14	1	0	9	10
364	22	0	9	31	118	0	9	127	16	0	8	24
392	29	4	12	45	114	14	11	139	5	6	7	18
420	7	0	14	21	24	1	31	56	5	0	11	16
448	4	0	14	18	3	0	27	30	5	0	10	15
476	3	0	13	16	0	0	25	25	2	0	7	9
504	4	2	13	19	26	0	25	51	23	0	6	29
532	1	0	17	18	3	0	35	38	9	1	20	30
560	2	1	17	20	4	0	35	39	11	2	20	33
588	1	0	18	19	2	2	36	40	5	4	15	24
616	4	0	1	5	36	0	22	58	18	0	7	25
644	0	0	1	1	6	4	9	19	4	0	2	6
672	0	0	1	1	2	0	8	10	1	0	4	5
700	0	0	1	1	2	0	3	5	0	0	3	3
728	0	0	1	1	3	0	3	6	1	0	0	1
Ячна крупа												
7	28	0	0	28	29	0	0	29	26	0	0	26
28	7	18	0	25	0	26	0	26	5	18	1	24
56	0	3	16	19	0	0	21	21	2	5	10	17
84	0	0	9	9	0	0	19	19	2	0	7	9
112	0	0	8	8	42	0	17	59	1	0	6	7
140	38	0	5	43	98	7	17	122	16	0	5	21
168	11	6	38	55	49	10	80	139	19	0	2	21
196	30	3	41	74	95	1	64	160	3	3	8	14
224	62	3	42	107	54	0	38	92	1	0	9	10
252	284	17	53	354	258	0	23	281	18	0	8	26
280	114	0	47	161	112	0	17	129	29	0	8	37
308	228	0	32	260	109	0	12	121	9	1	6	16
336	46	1	31	78	21	0	9	30	0	0	8	8
364	121	0	28	149	39	0	9	48	19	0	6	25
392	240	0	25	265	117	0	9	126	5	8	6	19
420	121	0	24	145	75	0	9	84	9	0	11	20
448	7	1	18	26	7	1	8	16	7	0	11	18
476	4	0	14	18	2	0	7	9	2	0	13	15
504	0	10	11	21	24	8	6	38	51	0	12	63
532	0	0	14	14	12	0	31	43	45	7	14	66
560	2	0	11	13	126	10	21	157	37	5	44	86
588	2	0	12	14	3	0	13	16	38	1	44	83
616	2	0	5	7	6	0	12	18	32	3	17	52
644	4	0	1	5	0	0	6	6	13	1	9	23
672	0	0	0	0	8	0	6	14	24	1	5	30
700	—	—	—	—	1	7	6	14	2	0	2	4
728	—	—	—	—	6	1	11	18	0	0	2	2

південної комірної вогнівки за всіх температурних режимів і в умовах зволоженості свідчить про вплив другорядних факторів, пов'язаних зі станом самих шкідників. Дані види не розвинулися до стадії імаго в усіх варіантах досліду. Тому не можна говорити безпосередньо про їх реакцію на вплив абіотичних факторів.

Личинки малого борошняного хрущака виживали краще за утримання при низьких температурах, що свідчить про холодостійкість даного виду. За високих і середніх температур личинки загинули через місяць, за низьких — тільки через 3 місяці.

Загибель гусениць південної комірної вогнівки в усіх варіантах досліду зафіксовано через 2 місяці. Лише у контрольному зразку, що закладений на визначення реакції на вологість (ячна крупа), виродження популяції настало через 5 місяців.

Інтенсивність процесу розмноження комах-шкідників запасів зерна зумовлена впливом температурного режиму і складом кормової бази. Кожна з вікових стадій розвитку шкідників по-різному реагує на зовнішні умови середовища. На тривалість формування генерацій комах значним чином впливає температура.

За високих температур, що сягали +30°C, спостерігали появу яєць булавоусого хрущака на 2—3-й день обліків, личинок — на 4—5-й, незалежно від кормової бази. Поява лялечок відмічалася через 21—23 дні, а імаго — 25—27 днів. За середніх температур (+23°C) розвиток однієї генерації тривав порівняно довше: яйця з'являлися через 2 дні, личинки — 8—9, лялечки — 34—47, а імаго — на 46—56-й день.

Розвиток малого борошняного хрущака відбувався повільніше, порівняно з булавоусим, яйця виявили за високих температур на 4-й день, личинки — на 6-й, лялечки — на 34—37-й. Поява імаго спостерігалася через 44—54 дні. За середньої температури одержали: яйця — через 4—6, личинки — 9—11, лялечки — 52—62, імаго — 60—97 днів.

Під час спостереження за розвитком суринамського борошноїда яйця виявлено через 2—5 днів. Для відродження личинок необхідно від 4—5 до 7—9 днів, лялечки з'явилися через 20—26 (за високих температур), 23—29 днів (за середніх). Імаго виявлені лише в одному з варіантів, за утримання при температурі +23°C на пшеничній крупі через 48 днів. В усіх інших випадках розвиток ко-

махи закінчився на стадії лялечки, що свідчить про високу чутливість даного виду до кормової бази.

ВИСНОВКИ

Булавоусий хрущак належить до теплолюбних видів, оптимальною для розвитку є температура нижча +30°C, надає перевагу помірному зволоженню — близько 14%. Встановлено наявність негативної кореляції між розвитком булавоусого хрущака та впливом низьких температур ($\leq 0,9$). Щодо високих та середніх температур і всіх рівнів зволоженості кормів коефіцієнти кореляції не перевищували 0,5.

Малий борошняний хрущак порівняно стійкіший до дії низьких температур. Личинки малого борошняного хрущака та гусениці південної комірної вогнівки виявилися чутливими до умов навколишнього середовища.

За температури +30°C формування однієї генерації булавоусого хрущака займає 25—27 днів, при +23°C — від 46 до 56.

Для отримання однієї генерації малого борошняного хрущака, за оптимальних температурних умов необхідно від 44 до 54 днів, за середніх показників розвиток триває 60—97 днів.

Виявлено тенденцію до збільшення часу проходження генерацій хрущаків при зниженні температури з +30 до +23°C в два рази.

Встановлено високу чутливість лялечок суринамського борошноїда до кормової бази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пунков С.П. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение / С.П. Пунков, А.И. Стародубцева. — М.: Агропромиздат, 1990. — 367 с.
2. Горшар О.А. Зберігання зерна: як не втратити зібране / О.А. Горшар, Г.А. Токарчук // Агробізнес сьогодні. — 2013. — № 14. — С. 44—48.
3. Король Т. Загрози на складах / Т. Король // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 23. — С. 34—35.
4. Левченко Е.А. Оценка устойчивости зерна колосовых злаковых культур к Жесткокрылым-вредителям запасов / Е.А. Левченко, Е.И. Имшенецкий. — Одесса: ВСГИ, 1987. — 29 с.
5. Терещенко Б.О. Захист запасів зерна від шкідників / Б.О. Терещенко, Г.А. Токарчук // Пропозиція. — 2007. — № 12. — С. 90—97.
6. Закладной Г.А. Вредители хлебных запасов / Г.А. Закладной. — М.: Защита и карантин растений, 2006. — № 6. — 24 с.
7. Мордкович Я.Б. Враги запасов / Я.Б. Мордкович // Защита растений. — 1991. — № 10. — С. 27—28.
8. Шевченко Н.Г. Шкідники запасів зерна та контроль їх чисельності / Н.Г. Шевченко, Т.П. Гордієнко // Посібник українського хлібороба. — 2008. — С. 41—44.

9. Закладной Г.А. Зачем вам насекомые в зерне / Г.А. Закладной // Комбикорма. — 2008. — № 6. — С. 73—75.

10. Закладной Г.А. Защищите зерно от насекомых и клещей / Г.А. Закладной // Защита и карантин растений. — 2008. — № 9. — С. 42—43.

11. Левченко Е.А. Численность вредных насекомых в партиях семян колосовых злаковых культур при разных условиях хранения / Е.А. Левченко // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. — 1969. — вып. XI. — С. 73—76.

12. Рекомендации по озонной и ионоозонной технологии дезинсекции зерна при хранении / [Ж.Д. Исмухамбетов, А.О. Сагитов, Ф.К. Кожаметова и др.]. — Астана: АО «Казагроинновация», Научно-исследовательский институт защиты и карантин растений, 2011. — 18 с.

Бондаренко И.В.

Влияние абиотических факторов на жизнедеятельность вредителей запасов зерна

Представлены результаты исследований влияния на доминирующие виды вредителей запасов зерна (булавоусого, малого мучного хрущаков, южной амбарной огневки) действия абиотических факторов. Описана зависимость развития возрастных стадий насекомых от условий внешней среды: температурного режима, увлажненности зерна и кормовой базы. Проведен поиск корреляционных связей между развитием булавоусого хрущака и влиянием абиотических факторов. Определена длительность формирования генераций булавоусого, малого мучного хрущаков и суринамского мукоеда в зависимости от температуры среды и корма.

запасы зерна, амбарные вредители, абиотические факторы, экологическая пластичность, таксис, температурный режим, относительная влажность воздуха, влажность зерна, корреляция

Bondarenko I.V.

Influence of abiotic factors on vital activity of grain pests

*The results of research on definition of the effect of the dominant species of pests of grain (Red flour beetle (*Tribolium castaneum* Hbst.), Confused flour beetle (*Tribolium confusum* Duv.), Indian Meal Moth (*Plodia interpunctella* Hb.) to action of abiotic factors were presented. The dependence of development age stages of insects on the environmental conditions: temperature regime, humidity of grain and fodder base was described. The search correlation links between development of Red flour beetle and impact of abiotic factors was carried out. Duration of formation of generations for Red flour beetle, Confused flour beetle, Sawtoothed grain beetle depending on the temperature and fodder was determined.*

stocks of grain, granary pests, abiotic factors, ecological plasticity, taxis, temperature regime, relative humidity of air, moisture of grain, correlation

Рецензент:

Кохан А.В., кандидат сільськогосподарських наук,
Полтавська державна

сільськогосподарська дослідна станція ім. М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України