

УДК 634.11:631.563:551.577.21

## **ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ ПРЕДУБОРОЧНОГО ПЕРИОДА НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ ЯБЛОК В БЕЛАРУСИ**

**А.М. Криворот, Д.И. Марцинкевич**

РУП «Институт плодоводства»,

ул. Ковалева, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,

e-mail: science@belsad.by

### **РЕФЕРАТ**

Оценено влияние количества осадков в предуборочный период на распространенность микробиологических заболеваний при хранении плодов яблони сорта Антей за 22 года (1991-2012 гг.).

Рассчитаны коэффициенты парной корреляции, построены регрессионные модели (линейная, логарифмическая, степенная, экспоненциальная и полиномиальная) и разработаны уравнения зависимости ожидаемых потерь плодов при хранении от уровня осадков за 10, 20, 30 и 40 дней до уборки. Наиболее адекватной моделью зависимости является полиномиальная регрессионная модель, имеющая наибольшие коэффициенты детерминации по сравнению с другими регрессионными моделями.

Установлено, что максимальная степень зависимости наблюдается для уровня осадков в период за 2 декады до уборки. Определено пороговое значение осадков за 20 дней до уборки урожая (27,5-28,5 мм), превышение которого может спровоцировать значительное увеличение потерь заложенной на хранение продукции.

Ключевые слова: яблоня, плоды, хранение, осадки, грибные болезни, математическая статистика, корреляция, регрессия, модели зависимости, пороговый уровень, Беларусь.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Лежкоспособность плодов яблони и устойчивость их к болезням хранения, как составной части потенциала лежкости, в немалой степени зависят от генотипа сорта. Однако формирование и реализация потенциала лежкости идут в конкретных условиях выращивания, уборки, хранения и транспортирования, без учета которых невозможно достичь положительного результата.

Формирование качества плодов идет под воздействием агротехнических факторов и условий окружающей среды, причем последние в современных садах практически не регулируются человеком. Поэтому последующее хранение и уровень потерь плодовой продукции в значительной степени будет зависеть от метеорологических факторов: температуры вегетационного периода, солнечной радиации и количества осадков. Среди всех метеофакторов в распространенности болезней при хранении осадки играют первостепенную роль [7, 9, 13].

Избыточное количество осадков приводит к накоплению на поверхности и внутри плодов большого количества воды, что является благоприятной средой для развития патогенных грибов (гнили, особенно р. *Gloeosporium*, парша). Плоды меньше накапливают сухих веществ, сахаров, фенольных и ароматических соединений, имеют повышен-

ную кислотность, медленно созревают и в значительной степени поражаются в период хранения загаром [2]. При недостатке влаги наблюдается обратная зависимость [4].

Многие исследователи отмечают зависимость между лежкостью плодов и объемом атмосферной влаги в различные периоды развития плодов. Равномерное выпадение дождей весной и летом благоприятно влияет на качество и сохранность яблок, так как основная потребность плодового дерева в воде приходится на период усиленного деления и увеличения объема клеток плода [1, 12].

Во многих научных учреждениях по плодоводству ведется поиск математической модели определения зависимости между погодными условиями и длительностью хранения яблок различных сортов [5, 11].

Цель исследований – оценить влияние количества осадков предуборочного периода на распространенность грибных болезней при хранении плодов яблони для прогнозирования ожидаемых потерь в последующие годы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодоводства» в 1991-2013 гг.

В работе использованы данные метеостанции «Минск», расположенной в аг. Самохваловичи Минского района Минской области, по количеству осадков за период августа – двух декад сентября (таблица 1).

Таблица 1 – Сумма осадков за август и две первые декады сентября, мм (1991-2012 гг.)

Год	Период				
	I декада августа	II декада августа	III декада августа	I декада сентября	II декада сентября
1991	3,5	14,8	12,9	6,5	28,3
1992	3,5	9,1	3,1	45,2	16,4
1993	16,8	14,2	8,7	42,2	38,5
1994	27,8	8,5	26,9	39,3	16,1
1995	37,0	2,0	80,7	20,6	13,8
1996	0	2,3	0,4	34,0	26,8
1997	26,1	2,5	1,7	14,6	8,1
1998	52,1	10,4	34,8	4,7	50,8
1999	0,3	32,3	6,6	0	0
2000	21,2	10,3	10,5	9,9	25,9
2001	45,9	1,7	8,7	35,2	10,6
2002	56,4	16,9	0	0	16,5
2003	4,6	8,9	28,3	8,1	0
2004	19,8	35,3	59,8	24,4	6,5
2005	136,4	0,7	33,0	0	15,9
2006	71,4	10,0	127,6	39,1	0
2007	0	7,6	14,8	3,3	13,2
2008	20,6	5,6	32,4	22,2	25,2
2009	2,3	54,2	14,9	24,5	4,3
2010	9,1	9,1	52,6	20,8	20,8
2011	18,1	19,7	17,2	19,4	2,6
2012	14,6	33,7	24,6	4,8	10,1

В качестве объекта использовали банк данных по длительному хранению плодов сорта Антей, выращенных в отделе технологии плодоводства института в 1991-2012 гг. Отбор проб для исследований и закладку на хранение плодов проводили согласно действующим на момент проведения эксперимента методикам [6, 8].

Распространенность болезней определяли как среднее значение потерь плодов от гнили по контрольным вариантам всех опытов, проводимых в соответствующие сезоны хранения. Для сопоставления полученных данных в таблицах и на графиках использовали год вегетации и, соответственно, закладки плодов на хранение.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом корреляционного и регрессионного анализов [3, 10] в программном пакете EXCEL.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из среднегодулетних сроков уборки плодов сорта Антей в РУП «Институт плодоводства» (14-18 сентября), были рассчитаны суммы осадков за условно принятые периоды: уборки (II декада сентября) и предуборочного периода – за 10 (I декада сентября), 20 (III декада августа и I декада сентября), 30 (II и III декады августа и I декада сентября) и 40 (I, II и III декады августа и I декада сентября) дней до уборки (таблица 2).

Таблица 2 – Сумма осадков (мм) в предуборочный период и период уборки в 1991-2012 гг. и потери плодов яблони сорта Антей от гнили в соответствующие сезоны хранения

Год	Количество дней до уборки					Потери от гнили, % (y)
	40 (x <sub>4</sub> )	30 (x <sub>3</sub> )	20 (x <sub>2</sub> )	10 (x <sub>1</sub> )	0 (уборка) (x)	
1991	37,7	34,2	19,4	6,5	28,3	4,9
1992	60,9	57,4	48,3	45,2	16,4	10,7
1993	81,9	65,1	50,9	42,2	38,5	14,1
1994	102,5	74,7	66,2	39,3	16,1	20,0
1995	140,3	103,3	101,3	20,6	13,8	24,8
1996	36,7	36,7	34,4	34,0	26,8	15,4
1997	44,9	18,8	16,3	14,6	8,1	4,8
1998	102,0	49,9	39,5	4,7	50,8	17,2
1999	39,2	38,9	6,6	0	0	2,9
2000	51,9	30,7	20,4	9,9	25,9	7,6
2001	91,5	45,6	43,9	35,2	10,6	20,6
2002	73,3	16,9	0	0	16,5	7,1
2003	49,9	45,3	36,4	8,1	0	10,8
2004	139,3	119,5	84,2	24,4	6,5	24,6
2005	170,1	33,7	33,0	0	15,9	7,7
2006	248,1	176,7	166,7	39,1	0	26,4
2007	25,7	25,7	18,1	3,3	13,2	5,8
2008	80,8	60,2	54,6	22,2	25,2	15,5
2009	95,9	93,6	39,4	24,5	4,3	8,9
2010	91,6	82,5	73,4	20,8	20,8	19,9
2011	74,4	56,3	36,6	19,4	2,6	10,3
2012	77,7	63,1	29,4	4,8	10,1	9,5

Для оценки наличия связи между количеством осадков и распространенностью гнили на плодах при хранении был проведен корреляционный анализ. Коэффициенты парной корреляции колебались в пределах от 0,0480 (период уборки) до 0,8559 (для интервала 20 дней), что говорит о положительной зависимости между изучаемыми показателями (таблица 3).

Расчет коэффициента детерминации для линейной регрессионной модели и скорректированных коэффициентов для других типов (логарифмической, степенной, экспоненциальной и полиномиальной) позволил дать качественную оценку тесноты связей между показателями и оценить их адекватность.

По шкале Чеддока коэффициенты детерминации практически во всех моделях, кроме степенной, периода 30 дней до уборки (0,5257-0,6102) характеризовались заметной силой связи, периодов 10 и 40 дней до уборки (0,3537-0,4930) – умеренной силой.

Сила связи между количеством осадков в период уборки и потерями плодов от гнили оказалась очень слабой (0,0023-0,0221). Объяснить это можно коротким сроком для проникновения избыточной влаги в период уборки внутрь плодов. Поэтому при условии полного обсушивания плодов на деревьях после дождей и выпавшей росы избыточная влага не оказывает негативного воздействия на процессы, проходящие внутри них во время хранения.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции и детерминации между количеством осадков в предуборочный период и потерями плодов сорта Антей от микробиологических заболеваний при хранении (1991-2012 гг.)

Число дней до уборки	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации для регрессионной модели				
		линейная	логарифмическая	степенная	экспоненциальная	полиномиальная
40	0,6712	0,4505	0,4891	0,4619	0,3663	0,4930
30	0,7652	0,5856	0,5869	0,5257	0,4637	0,6102
20	0,8559	0,7326	-	-	0,6053	0,8244
10	0,5947	0,3537	-	-	0,3961	0,4367
0	0,0480	0,0023	-	-	0,0221	0,0095

Максимальный коэффициент детерминации получен в полиномиальной модели для периода 20 дней до уборки (0,8244), что соответствует высокой силе связи, также как и в линейной модели этого же периода (0,7326).

Распространенность комплекса грибных болезней на плодах сорта Антей при хранении в зависимости от количества осадков в период за 2 декады до уборки в течение 1991-2012 гг. представлена на рисунке 1.

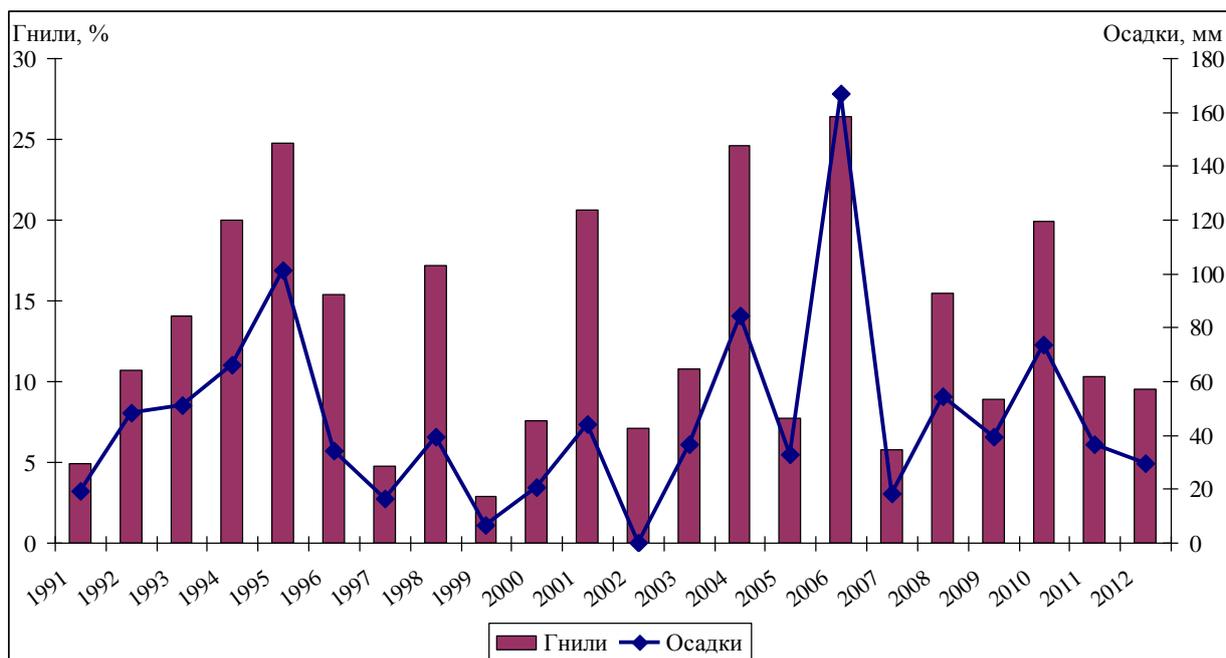


Рисунок 1 – Распространенность грибных болезней на плодах яблоны сорта Антей при хранении в зависимости от количества осадков за 3-ю декаду августа и 1-ю декаду сентября (за 20 дней до уборки) (1991-2012 гг.).

На основании коэффициентов детерминации были построены различные типы регрессионных моделей зависимости (линейная, логарифмическая, степенная, экспоненциальная и полиномиальная) и составлены уравнения регрессии для них.

При анализе моделей установлено, что наиболее адекватными для периода 20 дней до уборки являются полиномиальная и линейная модели, имеющие наибольшие коэффициенты детерминации по сравнению с другими регрессионными моделями (таблица 3).

При построении полиномиальной регрессионной модели зависимости развития микробиологических заболеваний от количества осадков за 20 дней до уборки плодов получено уравнение регрессии:

$$y = -0,0011x_2^2 + 0,3297x_2 + 1,4722,$$

где  $x_2$  – количество осадков за 20 дней до уборки плодов (мм),  
 $y$  – ожидаемые потери от гнилей при хранении (%).

Полиномиальная модель имеет изогнутую форму зависимости (рисунок 2). Построенная кривая показывает, что увеличение потерь от гнили в зависимости от количества осадков идет до определенного уровня. При достижении уровня потерь более 25 % их прирост резко замедляется, что говорит о возможном влиянии других факторов (генотипа сорта, условий хранения и др.). Можно предположить, что накопление осадков в большем объеме не приведет к увеличению потерь от гнили у сорта Антей.

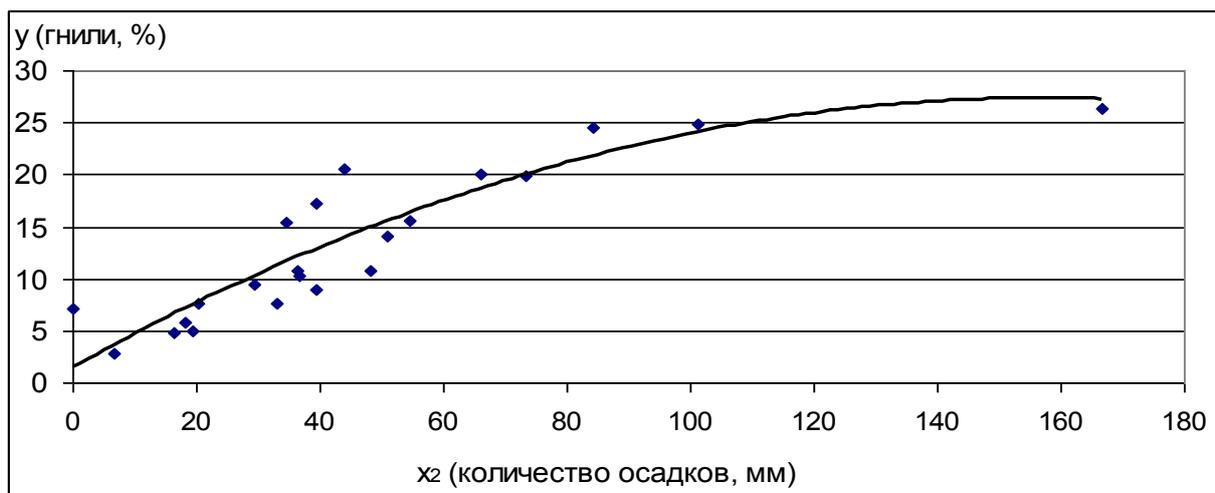


Рисунок 2 – Полиномиальная регрессионная модель зависимости распространенности гнили на плодах яблоны сорта Антей при хранении от количества осадков за 20 дней до уборки (1991-2012 гг.).

Достаточно объективную картину зависимости показывает и линейная модель с более простым уравнением регрессии (рисунок 3).

Важной особенностью данной модели является наличие потерь от гнили у сорта Антей при хранении в размере около 5 % независимо от количества осадков. Практический опыт подтверждает эту тенденцию: в вариантах без дополнительных обработок средствами защиты или применения специальных элементов технологий хранения потери плодов от микробиологических заболеваний, в первую очередь от плодовой гнили, всегда присутствуют.

Полученные графики и уравнения регрессии позволяют говорить о положительной зависимости между количеством осадков за 20 дней до уборки урожая и процентом потерь яблок сорта Антей от грибных болезней при хранении и определить их пороговые значения.

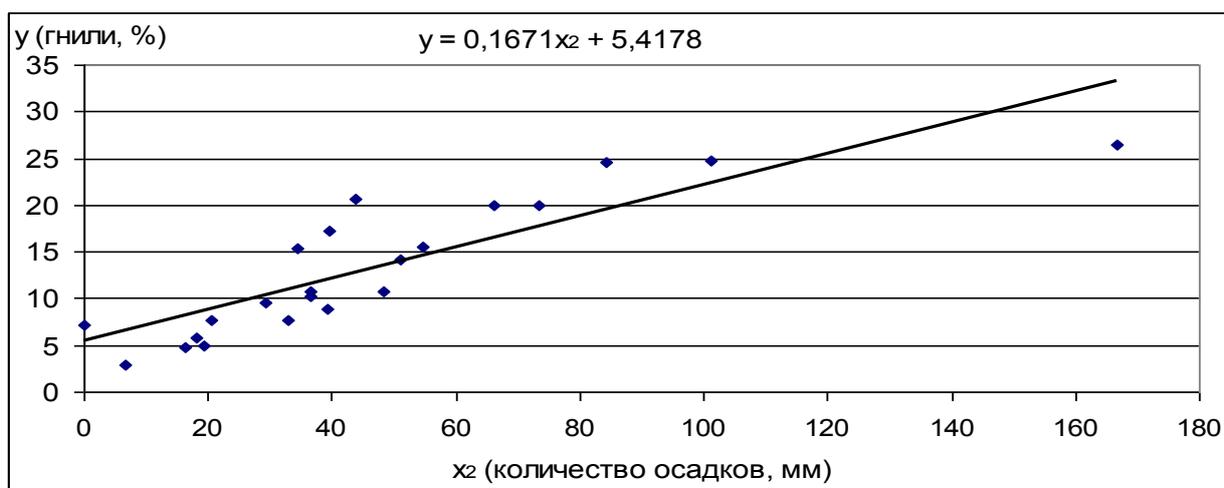


Рисунок 3 – Линейная регрессионная модель (с уравнением) зависимости распространенности гнили на плодах яблоны сорта Антей при хранении от количества осадков за 20 дней до уборки (1991-2012 гг.).

Уровень осадков в 27,5-28,5 мм за две декады до съема можно считать критическим, так как в этом случае процент потерь от болезней достигает десяти, что соответствует предельно допустимому уровню при длительном хранении в местах производства, выше которого хранение становится затратным или малорентабельным.

## **ВЫВОДЫ**

1. Устойчивость плодов к грибным инфекциям и, соответственно, размер потерь от них в значительной степени зависят от суммы осадков в течение предуборочного периода.

2. Наиболее адекватной моделью описания зависимости распространенности гнили от количества осадков в предуборочный период является полиномиальная регрессионная модель, имеющая наибольшие коэффициенты детерминации по сравнению с другими регрессионными моделями.

3. Максимальная степень зависимости наблюдается для уровня осадков в период за 2 декады до уборки.

4. Значение уровня осадков в 27,5-28,5 мм за 20 дней до съема плодов является пороговым для сорта Антей, превышение которого может спровоцировать значительное увеличение потерь заложенной на хранение продукции.

## **Литература**

1. Адель, Абу Хассан. Разработка методов снижения потерь при хранении новых сортов яблок: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07; 05.18.03 / Абу Хассан Адель; Кишинев. ордена Трудового Красного Знамени с.-х. ин-т им. М.В. Фрунзе. – Кишинев, 1991. – 24 с.

2. Бажуряну, Н.С. Лёжкоспособность плодов и факторы, снижающие их потери при длительном хранении / Н.С. Бажуряну, И.С. Попушой, Э.Д. Коган. – Кишинёв: Штиинца, 1993. – 96 с.

3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебники и учебн. пособия для высш. учебн. завед. / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Макаркина, М.А. Влияние стресс-факторов 2010 года на продолжительность хранения и качество плодов яблони / М.А. Макаркина, А.Л. Никитин // Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: материалы Междунар. науч. конф., Самохваловичи Минск. обл., 9-11 окт. 2012 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – С. 20-24.

5. Марцинкевич, Д.И. Влияние условий выращивания на сохраняемость и качество плодов яблони белорусского сортимента: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Д.И. Марцинкевич; РУП «Ин-т плодоводства». – Самохваловичи Минской обл., 2008. – 21 с.

6. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда: организация и проведение исследований / Под общ. ред. С.Ю. Дженева и В.А. Иванченко. – Ялта: Ин-т винограда и вина «Магарач», 1998. – 152 с.

7. Новикова, О.А. Влияние экологических факторов на урожай, сохраняемость и качество плодов яблони в условиях западной части Центрального Черноземья: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / О.А. Новикова. – Курск, 2003. – 168 с.

8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС им. И.В. Мичурина; под общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 496 с.

9. Радюк, В.А. Влияние метеорологических условий года на лежкость плодов яблок и груш / В.А. Радюк // Плодоводство: науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т плодовоовощеводства и картофеля. – Минск, 1980. – Вып. 4. – С. 161-165.

10. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие для биол. фак. ун-тов / П.Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск: Выш. школа, 1973. – 320 с.

11. Станкевич, К.В. Лежкость и качество яблок в зависимости от метеорологических условий и сроков съема / К.В. Станкевич // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда. – М.: Колос, 1973. – С. 231-236.

12. Ben, J. Jak ubiegłoroczne czynniki klimatyczne wpływały na właściwości przechowalnicy jabłek / J. Ben // Sad nowoczesny. – 2000. – № 6. – S. 2-3.

13. Kruczyska, D. Wpływ warunków pogodowych na jakość i zdolność przechowalniczą jabłek mutantów odmiany Gala (*Malus domestica* Borkh) / D. Kruczyska, K. Rutkowski, A. Czynczyk // Jakość owoców w obliczu globalizacji produkcji sadowniczej: streszczenia referatów IV Spotkania Pracowników Katedr Sadownictwa i Inst. Sadownictwa i Kwaciarnictwa, Warszawa (Polska), 4-5 września 2001 roku / Skoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; red.: E. Jadczyk [i inn.]. – Warszawa, 2001. – S. 48.

## **IMPACT OF PREHARVEST PRECIPITATION ON FUNGAL DISEASES EXTENSION AT APPLE STORAGE IN BELARUS**

A.M. Krivorot, D.I. Martsinkevich

### **ABSTRACT**

The influence of the precipitation amount in the preharvest season on the extension of microbiologic diseases at fruits storage of apple cultivar 'Antej' for the period of 22 years (1991-2012) was estimated.

Pair correlation coefficients were calculated, regression models such as linear, logarithmic, power law, exponential and polynomial ones were constructed and dependence equations of expected fruits losses were developed at storage from precipitation level of 10, 20, 30 and 40 days prior to harvesting. The most adequate model of dependence is polynomial regression one having the greatest determination coefficients in comparison with other regression models.

It has been established that the maximum degree of dependence is observed for the precipitation level in the period of 2 decades prior to harvesting. There has been defined the threshold value of the precipitation of 20 days prior to harvesting (27.5-28.5 mm) which excess can provoke substantial losses growth of stored products.

Key words: apple, fruits, storage, precipitation, fungal diseases, the mathematical statistics, correlation, regression, dependence models, threshold level, Belarus.

*Дата поступления статьи в редакцию 02.04.2013*