

Откриване на вредители чрез уловки и определяне изменението на заразеността при съхранение на прясно прибрано зърно

Д. Кузманов, Н. Димитров, Н. Гинов, И. Янчев
Университет по хранителни технологии, Пловдив

Резюме

Изработена е уловка за вредители подобна на известните, която е изследвана при съхранение на прясно прибрана пшеница в плоски складове и метални силосни клетки с голяма вместимост.

Установено е, че чрез уловката се откриват вредителите *S. oryzae* (L.) и *O. surinamensis* (L.) с 15 до 30 d по-рано от стандартния метод, при плътност на заразеност съответно 0,05 и 0,1 бр/kg.

При температура на съхраняването зърно над 22°C уловката превъзхожда основния метод по честота на откриване на вредителите с 1,7 - 2 пъти. При по-ниски температури (8 - 22°C) ефективността на уловките се намалява средно с около 20%.

Освен за ранно откриване на вредители чрез уловката може да се определи и тенденцията на изменението на заразеността по време на съхранението на зърното.

Ключови думи: зърно, съхранение, насекоми вредители, откриване, уловки, мониторинг

Въведение

Прясно прибраното зърно (пшеница, ечемик) е обект на заразяване с вредители още от първите дни на съхранението му (Hagstrum et al., 2001; Vela-Coiffier et al., 1997). Високата начална температура и бавното охлаждане през лятото са причина за бързо увеличаване на заразеността. От навременното откриване на вредителите зависи предотвратяване на загубите от тяхното бързо развитие. За предприеманите мерки за борба срещу вредителите от значение е и изменението на заразеността по време на съхранението. Основният метод за определяне на заразеността, който е стандартен в нашата страна, е чрез вземане на проби от зърнения насип и анализирането им в лабораторни условия. През началния период на съхранение когато е ниска заразеността е необходимо вземане на по-голям брой проби.

Алтернативен на основния метод е този чрез използване на уловки. Понастоящем съществуват две сходни конструкции, ко-

A Trap Detection of Insect Pests and Determination of Infestation Variation During Storage of Freshly Harvested Grains

D. Kuzmanov, N. Dimitrov, N. Ginov, I. Yanchev
University of Food Technologies, Plovdiv

Summary

A trap was made for the detection of insect pests and it was examined during storage of fresh harvested wheat in flat storage and 3300 m³ steel bins.

It was found that *Sitophilus oryzae* (L.) and *Orizaephilus surinamensis* (L.) at density 0.05 and 0.1 insects per 1 kg respectively, are detected from 15 to 30d earlier when the trap was used in comparison with the basic method.

At temperatures of the wheat above 22°C the frequency of detection of insects by the trap exceeds that of the basic method from 1.7 to 2 times. At lower temperatures (8 - 22°C) the effectiveness of the trap decreases by about 20%.

Besides earlier pest detection the trap is utilizable for the determination of the tendency variation of the infestation.

Key words: wheat, storage, insect pest, traps, monitoring of pest

Introduction

The freshly harvested grains (wheat, barley) become an object of infestation from the beginning of its storage (Hagstrum et al., 2001; Vela-Coiffier et al., 1997). The high initial temperature and the slow rate of cooling in summer are the reasons for the quick infestation growth. The in time detection of insect pests makes it possible to avert the losses from their quick growth. In order to decide whether measures for insect pests control must be undertaken it is important to know the infestation variation during the storage. The method to determine the existence of infestation, which is standard in R. Bulgaria, is to take samples from the grain bulk by pipe probe and to analyse them at laboratory conditions. At the beginning of storage, when the infestation rate is low, a greater number of samples needed to be taken.

The method of using traps is an alternative to the basic method. At present time there are two similar constructions of traps, which are used in research work – pitfall probe traps and pitfall cone traps. It was proved that, by using traps, insects in the grain bulk could be detected more efficiently (Barak et al., 1982; Loschiavo et al., 1973). Due to temperature effect the efficiency is greater in summer and smaller in autumn and winter seasons (Reed



Фиг.1. Уловка за откриване на вредители в зърнена маса
Fig. 1. Trap for insect's detection in stored grain

et al., 1991; Hagstrum et al., 1998).

The purpose of the greater part of the investigations carried out was to determine the relation between the number of the trap caught insects and the density of their population in the grain mass (Cuperus et al., 1990; Hagstrum et al., 1998; Toews et al., 2005). The determined relations are not universal. They refer to specific pests and concrete conditions – grain temperature, type of grain storehouse, etc. Besides that, Athanassiou et al. (2001) have determined that a greater number of traps than the number of the taken samples are needed in order to achieve high accuracy in forecasting the infestation density.

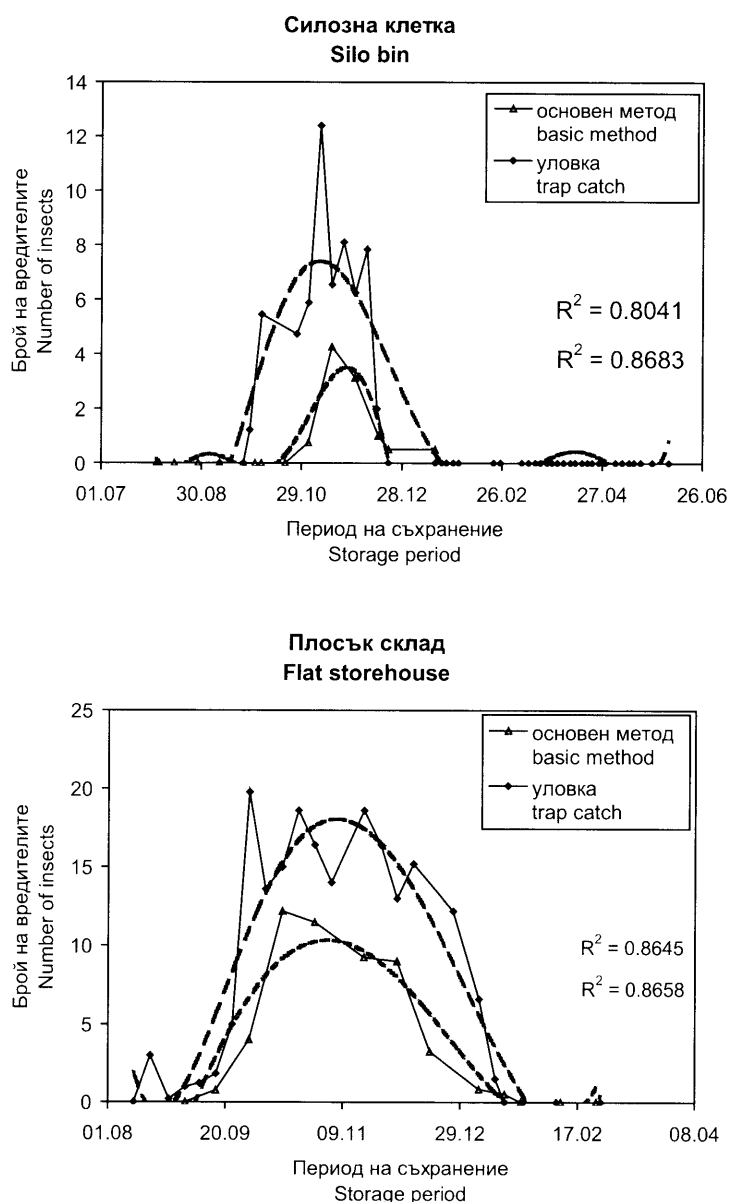
As a result of other investigations a relation was established between the number of insects trapped and the threshold of damage, at which the grain price is reduced and therefore control measures ought to be applied (Vela-Coiffier et al., 1997).

In R. Bulgaria, traps have not been used and such investigations have not been carried out. In addition, the results obtained for the species widely spread in Bulgaria *Sitophilus oryzae* (L.) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) are comparatively less in the reported investigations. Also there are no data concerning sensibility of traps in detecting insects at the initially infestation stage. By this study we set the task to make a trap, similar to the already known ones and to investigate it for insects detection and determination of the tendency of infestation variation during storage of freshly harvested wheat, in the widely spread in Bulgaria grain storehouses – flat storages and large steel bins.

Materials and Methods

The created trap (Fig. 1) differs from the well-known ones by its greater diameter (50 mm) and by replacement of the perforated plastic cylinder with a sieve one, made by a metal sieve with prolonged apertures with dimensions 1.5/20 mm, which is characterized by a big light cross section (number of apertures /cm²). The upper part and the lower cone-shaped tag, into which the food material is placed (cracked wheat with 14% w.b. moisture content) to attract the insects are made of aluminium.

The investigations were fulfilled during the period July 8th 2004 – June 6th 2005 in steel bins (3000 t storage capacity) and flat storages (3200 t storage capacity), respectively at the farms in the villages of Trud and Kalojanovo, district of Plovdiv. The flat storages and bins were filled in with freshly harvested wheat with initial moisture content from 11.0 to 12.5% (w.b.) and temperature of 30-32°C. The cooling of grain during storage was accomplished by atmospheric air ventilation. Infestation variations were determined periodically using traps parallel with the basic method (grain samples taken by a pipe probe). Five traps were placed in each bin – one in the middle and four along the semi-radius of the cell, and in the flat storehouses three along the ridge of the grain and two in the middle between the ridge and the walls. The traps were stuck in grain at 10 cm from the surface and duration of trapping was 7 days. After their taking out, the trapped insects in the cone-shaped tag contents were enumerated according to their species. The samples for determining the open form of infestation according to the basic method were taken from



Фиг. 2. Изменение на броя на *S. oryzae*, определен по основния метод (бр./кг) и чрез уловки (бр./7 d) при съхранение на прясно прибрана пшеница в метални силосни клетки и плоски складове (— експериментална крива, --- тенденция).

Fig. 2. Changes in number of *S. oryzae* in freshly harvested wheat, stored in iron bins and flat storehouse, determinate by basic method (insects per 1 kg) and probe trap (trap catch/7 d); (— samples line, --- tend line).

ито се използват в изследователската работа - pitfall probe traps и pitfall cone traps. Доказано е, че с уловките по-ефективно се откриват вредители в зърнения насип (Barak et al., 1982; Loschiavo et al., 1973). Поради влиянието на температурата ефективността е по-голяма през летния и по-малка през есенно-зимния сезон (Reed et al., 1991; Hagstrum et al., 1998).

Целта на по-голямата част от проведените изследвания е установяване на зависимост между броя на уловените вредители и плътността на популацията им в зърнената маса (Cuperus et al., 1990; Hagstrum et al., 1998; Toews et al., 2005). Получените зависимости не са универсални и се отнасят за определени вредители и конкретни условия – температура на зърното, типа на зърнохранилището. Освен това Athanassiou et al., (2000) установяват, че за постигане на по-висока точност при прогнозиране на плътността на заразеността са необхо-

дими повече резултати от уловки, отколкото такива, получени чрез вземане на проби.

Чрез други изследвания се установява връзка между броя на уловените вредители и прага на вредност, при който се намалява цената на зърното и е необходимо предприемане на изстребителни мерки (Vela-Coiffier et al., 1997).

В нашата страна все още липсват уловки и подобни изследвания не са правени. Освен това в проучените литературни източници сравнително по-малко са резултатите за разпространението у нас видове *Sitophilus oryzae* (L.) и *Orizaephilus surinamensis* (L.). Липсват също данни за чувствителността на уловките при ранно откриване на вредителите. Поради това с настоящата работа си поставихме за цел изработване на уловка, подобна на известните и изследването ѝ за откриване на вредители, и определяне на тенденцията на изменението на заразеността при съхранение на прясно прибрана пшеница в разпространените в нашата страна зърнохранилища – плоски складове и метални силосни клетки.

Материали и метод на работа

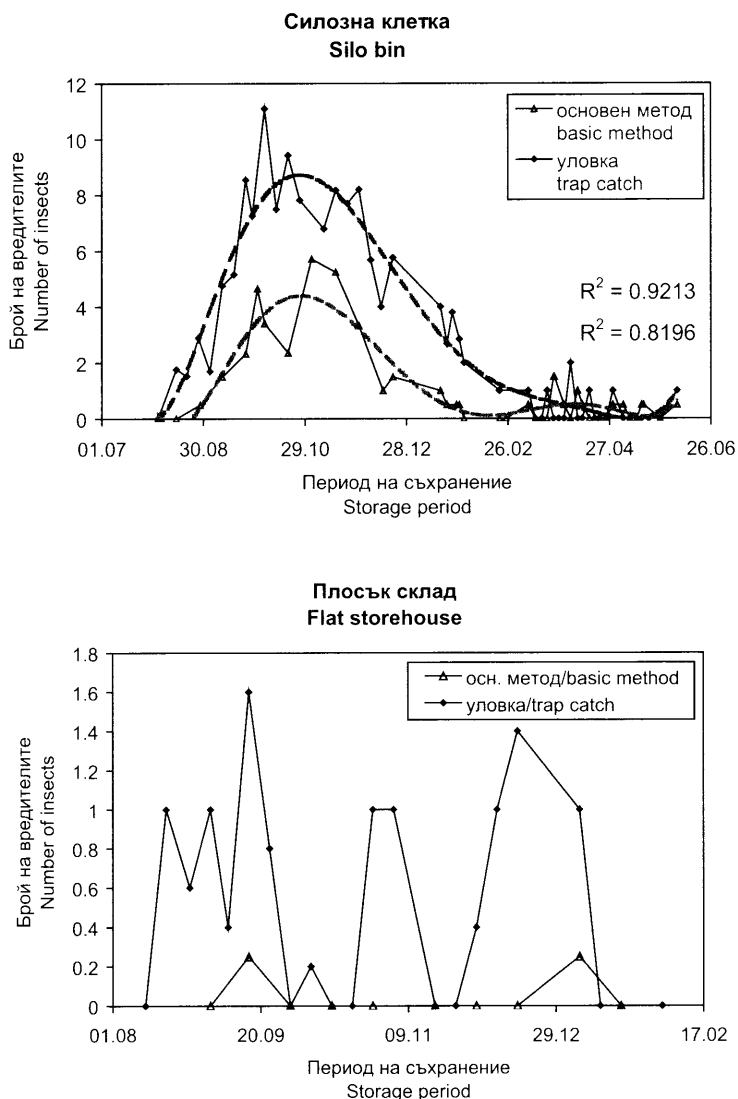
Изработената уловка (фиг. 1) се отличава от известните с по-големия си диаметър (50mm) и със замената на перфорирания пластмасов цилиндър със ситов, изработен от метално сито с продълговати отвори с размери 1,5/20 mm, който има по-голямо светло сечение (брой на отворите на 1 cm²). Горната част и долния конусен накрайник, в който се поставя примамката (пшеничен шрот с влажност 14%) и се събират вредителите, са изработени от алуминий.

Изследванията проведохме през периода 08.07.2004 – 06.06.2005г. в метални силосни клетки (3000 t) и плоски складове (3200 t), съответно в зърнобазите в с. Труд и на г. Калояново, Пловдивска област. Зърнохранилищата бяха запълнени с прясно прибрана пшеница с начална влажност 11,0 – 12,5% и температура 30 – 32°C. Охлаждането на зърното при съхранението се осъществяваше чрез вентилиране с атмосферен въздух. Изменението на заразеността определяхме периодично чрез уловките и по стандартния метод. В силосните клетки се поставяха по 5 уловки – една в средата и четири по полурадиуса на клетката, а в плоските складове 3 по билото на насапа и 2 по средата между билото и стените. Уловките се забиваха на разстояние 10cm от повърхността на насапа, където престояваха 7 d. След изваждането им в съдържанието на конусния накрайник бяха изброявани уловените вредители по видове. Пробите за определяне на откритата форма на заразеност по основния метод се вземаха с цилиндрична сонда от повърхностния слой на насапа (по 5 от силосните клетки и 9 от плоските складове).

Резултати и обсъждане

През целия изследван период в съхраняваната пшеница се откриваха предимно вредителите оризова гърица *Sitophilus oryzae* (L.) и суринамски брашнояд *Orizaephilus surinamensis* (L.), а през началния – и единични възрастни екземпляри от видовете ръждивочервен брашнен бръмбар *Tribolium castaneum* (Herbst), житна гърица *Sitophilus granarius* (L.) и зърнов бръмбар *Rhyzoperta dominica* (F.).

На фиг. 2 е показано изменението на броя на открити-



Фиг. 3. Изменение на броя на *Or. surinamensis*, определена по основния метод (бр./kg) и чрез уловки (бр./7 d) при съхранение на прясно прибрана пшеница в метални силосни клетки и плоски складове (— експериментална крива, --- апроксимираща крива).

Fig. 3. Changes in number of *Or. surinamensis* in freshly harvested wheat, stored in iron bins and flat storehouse, determined by basic method (insects per 1 kg) and probe trap (trap catch/7 d); (— samples line, --- tend line).

the upper layer of the bulk by using a cylindrical trier (five in the steel bin and nine in the flat storehouse).

Results and Discussion

During the whole period of investigation, the species mainly detected in the stored wheat were: rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) and sawtoothed grain beetle, *Orizaephilus surinamensis* (L.), while in the initial period some single adults representatives of the species red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst), granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) and lesser grain borer, *Rhyzoperta dominica* (F.) were trapped.

Fig. 2 shows the variation in the number of *S. oryzae* detected by the basic method and in parallel by traps during storage of wheat in both types of grain storages. The insects were detected first by means of the traps and later on by the basic method, at population density of 0.5 insects per 1 kg. The outstripping was 28 days and 35

days respectively in the flat storehouses and in the bins. The difference of 7 days was due to the non-identical initial infestation in both types of grain storages and as a result of that the different initial detection by the basic method. A similar earlier detection from 15 to 30 days of *R. dominica*, *T. stercoreta*, *C. ferrugineus*, *A. advena* was reported by Hagstrum et al. (1990), while according to the results obtained by Athanassiou et al., (2001), there was no difference between the time of the first detection of *S. oryzae* by the basic method or by the traps.

In order to establish population density, at which for the first time *S. oryzae* was detected by using traps, we simulated the insect growth at initial densities of 0.15 and 10 insects per 1 ton, corresponding to population increase to 0.5 insects per 1 kg for 117 days and 70 days respectively in the bins and in the flat storehouses and at temperature dynamics of the stored grain established in another study of ours (Dimitrov et al., 2004; 2005). From the simulated results we established that on 82nd and 42nd day of the storage, this was when the infestation by using the traps first of all was detected, the population density was 0.03 and 0.08 insects per 1 kg in the bins and in the flat storehouses, respectively. It follows that at the initial period of the grain storage the traps exceed in sensitivity the basic method for detection of those insects from 6 to 10 times.

In order to express more clearly the tendency for infestation variation during the storage, approximating curves of the experimental ones are shown on the figures.

As follows infestation increases with time, but this can be established by using the basic method, 15 – 30 days later. Because of the great sensitivity of the traps the number of the trapped insects increases more quickly (30 – 50%) in comparison with those found in the samples. The increase continues till the beginning of October and November, respectively in the flat storehouses and the bins, when grain temperature decreases to 22°C. The maximum values of the trapped and the detected in the samples insects were reached with a difference of 7 – 14 days, at ratio between them 1.6 and 2.8, in the flat storehouses and bins, respectively. Because of the smaller sensitivity of the traps at lower grain temperatures the next decrease of the number of insects trapped goes quickly in comparison with infestation density change. Insects have not been found in the traps after January 17th 2005 and in the samples taken – after January 24th 2005.

The results for the other insects are analogical, as well – *Or. surinamensis* (Fig. 3). The infestation was also detected earlier by using the traps for 14 days and 28 days, in the flat storehouses and bins, respectively. A similar 30 days overtaking of the detection of the same insect was established by Athanassiou et al. (2001) in three silo cells during the months of June, July and November.

Population density, which corresponds to the moment of detection of the insects by using the traps, was determined analogically by simulation of population increase, at initial infestation of 10 insects per 1 ton. The results obtained – 0.09 and 0.1 insects per 1 kg for the flat storehouses and bins, respectively show that sensitivity of traps is about 5 times greater than that of the basic method.

The next increase of the number of insects trapped, which was detected 25 days earlier has about two times greater speed as compared to that of those detected in the samples. Maximum numbers of insects were trapped in the bins at the beginning of October, while by using the basic method – at the end of October, at a difference between their values of 2 times approximately.

From February to the end of the period investigated – June 6th 2005, because of the higher grain temperatures minimum infestation in the bins – below 0.5 insects per 1

те по основния метод и чрез уловки вредители *S. oryzae* при съхранението на пшеницата в двата вида зърнохранилища. От графиките се вижда, че вредителите се откриват първо чрез уловките, а по-късно и по основния метод при плътност на популацията 0,5 бр./kg. Изпреварването е с 28 и 35 d съответно в плоските складове и силосните клетки, която разлика от 7 d се дължи на нееднаквата начална заразеност в двата типа зърнохранилища и вследствие на това различното й начално откриване по основния метод. Подобно по-ранно откриване от 15 до 30 d на *R. dominica*, *T. stercoreta*, *C. ferrugineus* и *A. advena* са установили Hagstrum et al. (1998), докато според резултати получени от Athanassiou et al. (2001), разлика във времето между първото откриване на *S. oryzae* по основния метод и чрез уловките, няма.

За определяне на плътността на популацията, при която за първи път се открива заразеността от *S. oryzae* чрез уловките направихме симулация на развитието на вредителя при начални плътности 0,15 и 10 бр./t, съответстващи на увеличаване на популацията до 0,5 бр./kg, съответно за 117 и 70 d в силосните клетки и плоските складове и при установената в друго наше изследване динамика на изменение на температурата на съхраняваното зърно (Димитров и кол., 2004; 2005). От симулационните резултати определихме, че на 82-я и 42-я d от съхранението, когато се открива заразеността чрез уловките, плътността на популацията е 0,03 и 0,08 бр./kg, съответно в силосните клетки и в плоските складове. От това следва, че през началния период от съхранението на зърното уловките превъзхождат по чувствителност основния метод при откриване на този вредител от 6 до 10 пъти.

За по-ясно открояване на тенденцията за изменение на заразеността по време на съхранението на фигурите са показани и апроксимиращите на експерименталните криви.

След откриването следва нарастването на заразеността, което се установява по основния метод с около 15 - 30 d по-късно. Поради по-голямата чувствителност на уловките броят на уловените вредители се увеличава по-бързо (30 – 50%), в сравнение с откритите в пробите. Нарастването продължава до началото на м.м. октомври и ноември, съответно в плоските складове и металните силосни клетки, когато температурата на зърното се понижава до 22°C. Максималните стойности на уловените и откритите в пробите вредители се достигат с разлика от 7 – 14 d при отношение между тях 1,6 и 2,8 съответно в плоските складове и силосните клетки. Поради по-малката чувствителност на уловките при по-ниски температури на зърното следващото намаление на броя на уловените вредители протича по-бързо в сравнение с изменението на плътността на заразеността. Вредители не попадат в уловките след 17.01.2005г., а във взетите проби – след 24.01.2005г.

Аналогични са резултатите и за другия вредител – *Or. surinamensis* (фиг. 3). Заразеността също се открива по-рано чрез уловките с 14 и 28 d, съответно в силосните клетки и в плоските складове. Подобно изпреварване на откриването на същият вредител с 30 d са установили Athanassiou et al., (2001) в три силосни клетки през месеците юни, юли и ноември.

Плътността на популацията, която съответства на момента на откриване на вредителя чрез уловките определихме по аналогичен начин, чрез симулация на увеличаване на популацията при начална заразеност 10 бр./t. Получените резултати – 0,09 и 0,1 бр./kg, съответно за плоския склад и силосната клетка показват, че чувствителността на уловките е по-голяма с около 5 пъти от тази на основния метод.

Следващото нарастване на броя на уловените вредители, което се установява с около 25 d по-рано е със скорост около два пъти по-голяма, в сравнение с този на откриваните в пробите. Максимален брой вредители в силосните клетки се улавят през началото на м. октомври, докато по основния метод – в края на октомври, при разлика между техните стойности около 2 пъти. От м. февруари до края на изследвания период – 06.06.2005 г., поради по-високите температури на зърното в силосната клетка, се запазва минимална заразеност под 0,5 бр./kg (средно 0,3 бр./kg), която еднакво се откриваше по двата метода.

В плоския склад вредители от вида *Or. surinamensis* се откриваха до средата на м. януари при средна за целия период плътност на заразеност по-малка от 0,5 бр./kg. В същото време с малки изключения редовно чрез уловките се откриваха вредители – средно по 1 бр./7 d.

Аналогични резултати в плоския склад се получиха и с вредителя *Tr. castaneum*. Чрез уловките откриването на вредителите изпреварва основния метод с 16 d. През периода 02.09. – 15.12.2004г. в уловките редовно попадаха от 1 до 6 бр./7d, докато в пробите само веднъж – 1 бр./kg.

От тези резултати следва, че чрез уловките е възможно не само по-рано да се открият вредителите, но и при периодичен мониторинг да се определи тенденцията на изменение на заразеността, което е необходимо за своевременно изработване на стратегия за предприеманите мерки.

Както се отбеляза по-горе при температурата на зърното под 21–23°C броят на уловените вредители намалява. Причината е в понижението, както на заразеността, така и на ефективността на уловките, свързано с изменението на мобилността на вредителите. Влиянието на температурите над и под тази граница върху отношението между честотата на откриване на двата вредителя с уловки и по основния метод е показано на фиг. 4. Поради по-голямата чувствителност на уловките през началния период на съхранение, когато температурата на зърното е по-висока (25–30°C) и заразеността по-ниска, честотата на откриване на вредителите *S. oryzae* и *Or. surinamensis* с уловките е по-голяма съответно с 2,2 и 1,7 пъти. През следващия период от съхранението, когато температурата на зърното се понижава (от 22 до 7°C) и плътността на популацията на вредителите е относително по-голяма чувствителността на уловките намалява средно с около 20%, докато честотата на откриване по двата метода се различава минимално от 0,9 до 1,2 пъти.

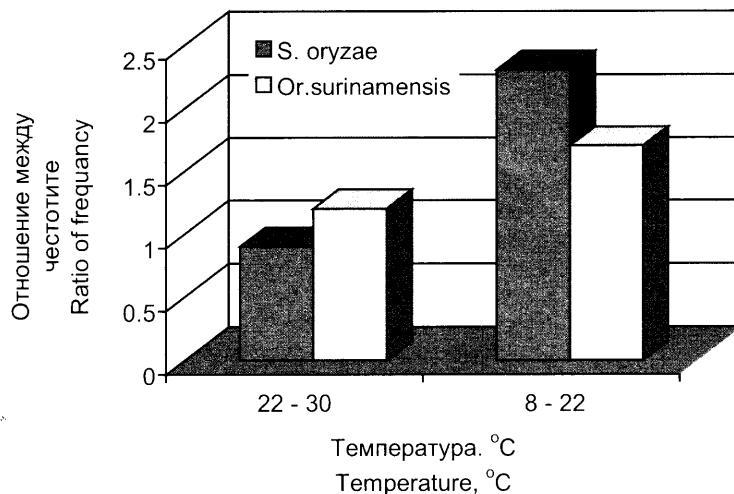
Изводи

1. В сравнение с основния метод чрез уловките се откриват вредителите *S. oryzae* и *Or. surinamensis* по-рано с 15 – 35 d при плътност на популацията съответно 0,03 – 0,08 и 0,1 бр./kg.

2. През началния период от съхранението на зърното по честота на откриване на вредителите уловките превъзхождат основния метод от 1,7 до 2,2 пъти.

3. Честотата на откриване на вредителите с уловките се понижава средно с около 20% при температури на зърното от 8 до 22°C.

4. Чрез уловките може да замени основният (стандартен) метод, както за ранно откриване на вредители, така и за определяне на тенденцията на изменение на заразеността при съхранение на прясно прибрано зърно.



Фиг. 4. Отношение между честотите на откриване на вредителите *S. oryzae* и *Or. surinamensis* чрез уловка и по основния метод при различни температури.

Fig. 4. Ratio of frequency of detection of *S. oryzae* and *Or. surinamensis* by probe trap and basic method at different temperature.

kg (averagely 0.3 insects per 1 kg) can be preserved, which was detected in similar way by using both methods.

In the flat storehouse, insects of the species *Or. surinamensis* were detected to the middle of January, at average infestation density for the whole period less than 0.5 insects per 1 kg. At the same time, insects were regularly detected by one trap – averagely 1 insect per 7 days.

Analogical results were obtained in the flat storehouse with the *Tr. castaneum*. Insect's detection by using traps outstrips the basic method with 16 days. During the period September 2nd – December 15th 2004, 1 to 6 insects per 7 days were regularly detected in the traps, while in the samples – only once – 1 insect per 1 kg.

From these results it follows that the profit by using traps is not only that insects can be detected earlier but also that at periodical monitoring the tendency of infestation variation can be determined, which is necessary to make the strategy for the measures to be taken in time.

As it was stated above, at grain temperature below 21–23°C the number of trapped insects decreases. The reasons for this are the decrease of infestation and the traps efficiency as well, which is connected with going down of insect's mobility. Temperature effect, above and below this limit upon the ratio between detection frequency by using traps and the basic method is shown on Fig. 4. Due to the greater sensitivity of traps at the initial period of storage, when grain temperature is higher (25–30°C) and infestation lower, the detection frequency of *S. oryzae* and *Or. surinamensis* by using traps is greater by 2.2 and 1.7 times, respectively. During the next period of storage, when grain temperature decreases (from 22 to 7°C) and population density of insects is relatively great, the sensitivity of traps decreases at an average of approximately 20%, while detection frequency by using both methods differs from 0.9 to 1.2 times minimum.

Conclusion

1. By using traps *S. oryzae* and *Or. surinamensis* can be detected earlier compared with the basic method – from 15 to 35 days, at population density of 0.03 – 0.08 and 0.1 insects per 1 kg, respectively.

2. At the initial period of grain storage, the trap sensitivity exceeds the basic method from 1.7 to 2.2 times.

3. The detection frequency of insects by using traps

decreases at an average by approximately 20%, at grain temperatures 8 – 22°C.

4. The basic method can be replaced by using traps for the early insect detection, as well as for the determination of the infestation variation tendency when storing freshly harvested wheat.

Address for correspondence:
4002 Plovdiv Bulgaria,
26 Maritza Blvd.
University of Food Technologies
Assoc. Prof. Dimitar Kuzmanov, PhD
tel.: + 359 (0) 32 603 729
e-mail: kuzmanow.dim@abv.bg

Литература/ References:

1. Athanassiou, C.G., C.T. Bachelos (2001) Detection of stored-wheat beetle species and estimation of population density using unbaited probe traps and grain trier samples. *Entomologia Experimentalis of Applicata*, 98, 67-78.
2. Barak, A.V., P.K. Harein (1982) Trap detection of stored-grain insects in farm-stored, shelled corn. *J. Econ. Entomol.*, 75(1), 108 – 111.
3. Cuperus, G.W., W.S. Fargo, P.W. Flinn, D.W. Hagstrum (1990) Variables affecting capture of stored-grain insect in probe traps. *J. Kansas Entomol. Soc.* 63, 486 – 489.
4. Dimitrov, N.D., D.K. Kuzmanov (2004). Simulation of development of some major stored-grain insects. *Scientific Conference, v. II, Agricultural Sciences – Plant-Growing, Part 2 – Genetics and Selection, Weeds, Diseases and Pests*, 357-362.
5. Dimitrov, N.D., D.K. Kuzmanov, N. Ginov (2005). Possibility for cooling of fresh-harvested wheat by ventilation with ambient air. *Scientific Works of the UHT, v. LII, roll 2*, pp. 70-75.
6. Hagstrum, D.W., P.W. Flinn, Bh. Subramanjam (1998) Predicting insect density from probe trap catch in farm-stored wheat. *J. Stored Prod. Res.* 34(4), 251-262.
7. Hagstrum, D.W. (2001) Immigration of insects into bins storing newly harvested wheat on 12 Kansas farms. *J. Stored Prod. Res.* 37, 221-229.
8. Loschiavo, S.R., J.M. Atkinson (1973) A improved trap to detect beetles (Coleoptera) in stored grain. *Can. Entomol.* 105, 437 - 440.
9. Reed, C.R., V.F. Writch, T.W. Maize, J.R. Pedersen, J. Evans (1991) Pitfall traps and grain samples as indicators of insects in farm-stored wheat. *J. Econ. Entomol.*, 84(4), 1381 – 1387.
10. Toews, M.D., T.W. Philips, M.E. Payton (2005) Estimating populations of grain beetles using probe traps in wheat-filled concrete silos. *Environmental Entomology*, 34, (3), 712-718.
11. Vela-Coiffier, E.L., W.S. Fargo, E.L. Bonjour, G.W. Cuperus, D. W. Warde (1997) Immigration of insects into on-farm stored wheat and relationship among trapping methods. *J. Stored Prod. Res.* 33(2), 157-166.

Адрес за кореспонденция:
4002, Пловдив
бул. "Марица" 26
Университет по хранителни технологии
доц. д-р Димитър Кузманов
тел. 032/ 603 729;
e-mail kuzmanow.dim@abv.bg