

УДК 613.6: 662.756:63:001.5

ГІГІЕНА ПРАЦІ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Цапко В. Г.^{1,2}, Стеренбоген М. Ю.², Чудновець А. Я.², Папач В. В.³¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ² ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ³ Обласна СЕС, м. Черкаси

Приведено результати гігієнічних досліджень умов праці при виробництві біопалива із кукурудзи на етапі переробки сировини. У результаті досліджень було встановлено, що в процесі переробки кукурудзи працюючі піддаються впливу комбінованої дії фізичних, хімічних та біологічних факторів виробничого середовища, що перевищують нормативні значення в залежності від виду технологічних операцій. Кукурудза як сировина, що використовується для виробництва біопалива, являє собою більш сприятливе середовище для розвинення широкого спектра мікроскопічних грибів, що потребують поглибленого вивчення. Їхній можливий негативний вплив у комбінації з іншими факторами виробничого середовища є потенційним ризиком для здоров'я працюючих.

Ключові слова: умови праці, виробництво біопалива, кукурудза, біологічний фактор

Вступ

Використання біопалива та інших поновлювальних джерел енергії є важливим аспектом розвитку сучасного агропромислового комплексу провідних країн світу. За прогнозами спеціалістів застосування біодизеля та біоетанолу в агропромисловому виробництві та сільській місцевості дозволить вирішити проблеми забезпечення енергоресурсами, дефіцитними білковими шротами, калійно-фосфорними добривами та іншими цінними продуктами [1, 10]. Наукові дослідження за кордоном із даної проблеми спрямовані, в основному, на вдосконалення технології отримання біопалива та оцінку його якості [3].

Гігієнічні дослідження з оцінки умов праці та можливий вплив на здоров'я робітників при виробництві біопалива з кукурудзи або інших видів рослинної сировини проводилися недостатньо повно.

Мета дослідження — вивчення умов праці при виробництві біопалива з енергетичної сировини — кукурудзи, та особливостей формування біологічного фактора на основних технологічних етапах.

Кукурудза вважається одним із перспективних видів сільськогосподарської сировини для виробництва біопалива. Спеціалісти ряду країн уважають, що поширення дешевого палива, виробленого з кукурудзи, дозволить скоротити імпорт нафти.

Україна споживає близько 5 млн т бензину за рік. Без збитку для забезпечення населення продовольством, можна виділити 3,0 – 3,5 млн га під вирощування «енергетичної» кукурудзи, отримуючи щорічно 15–20 млн т зерна, якого вистачить для виробництва 5–7 млн т біоетанолу та 4,5–6,5 млн т кормів

для тваринництва. У перспективі, приблизно половину споживаного в Україні бензину можна замінити альтернативним паливом типу Е 85, що містить 60–90 % біоетанолу. Для цієї мети необхідно побудувати та ввести в експлуатацію 15–20 нових біоетанольних заводів, річною потужністю 100–150 тис т кожний, що спільно перероблятимуть 5,7–6,0 млн т зерна кукурудзи. Для вирощування такого «енергетичного» врожаю знадобиться 1,5–2,0 млн га орної землі з нині порожніх 7 млн. Окрім 2 млн т біопалива в рік, біоетанольні заводи виготовлятимуть 1,8 млн т кормів для тваринництва, що будуть використані в районах розташування підприємств [6].

Що стосується даних літератури відносно вивчення умов праці, або можливого їхнього впливу на організм працюючих, то вони досить незначні та малоінформативні. Аналіз цих даних дозволив умовно виділити три основні групи біологічних чинників, що можуть діяти на працюючих у сільськогосподарському виробництві: перша — змішаний органічний пил, що включає речовини рослинного й тваринного походження (рослинне волокно, вовна, пух, жир, зерновий і комбікормовий пил й ін.); друга — сапрофітна, умовно-патогенна й патогенна мікрофлора (бактерії, гриби, віруси, їхні спори і токсини); і третя група — біологічно активні речовини, продукти мікробіологічного синтезу, залишкові кількості продуцентів і живильних середовищ, мікробні препарати для захисту рослин [8, 9].

Для робітників, залучених у процес виробництва біопалива на всіх технологічних етапах актуальним є всі вище перелічені групи. За даними літератури, при основних операціях у рільництві робітники підпадають

під вплив багатокomпонентного аерозолю, який може складатися з органічної рослинної частки, пилку рослин, неорганічної частини, такої як ґрунт, пісок; мікробіологічної компоненти, що складається з бактерій, мікроскопічних грибів та продуктів їхньої життєдіяльності, найпростіших та хімічних сполук, таких як мінеральні добрива, пестициди, фуміганти.

Білки є обов'язковими компонентами, що входять до складу рослинної оболонки. При руйнуванні рослинної оболонки білки потрапляють в аерозоль. При обробці, просіюванні, подрібненні зернових, олійних культур та інших, схожих виробництвах, у повітря виробничих приміщень надходить значна кількість органічного пилу, до складу якого входять білки. Дослідженнями встановлено, що пил, який утворюється при переробці рослинної сировини на біопаливо, контамінований значною кількістю мікроорганізмів [9, 16, 17].

Пил виробничих приміщень при переробці рослинної сировини, може містити багато чинників, що можуть викликати алергію в працюючих. Такі захворювання, як астма, риніти, кон'юнктивіти, кропив'янка спостерігалися в робітників при збиранні та переробці чаю, кави, ванілі, сої, різних культур бобів, рису, лікарських трав [17]. Можливими етіологічними чинниками виникнення алергічних реакцій організму в працівників даних галузей, можуть бути антиоксиданти, стимулятори росту, антибіотики, сліди мікроелементів і інші фармацевтичні речовини, що входять до складу виробничого органічного пилу. Але багато дослідників роблять висновки, що саме грамнегативні бактерії та спори мікроскопічних грибів займають домінуюче положення серед мікроорганізмів у повітрі, тому їх необхідно розглядати як особливо небезпечні агенти [7, 8, 15, 18].

На сьогодні вважається доведеним, що мікроскопічні гриби й грибні спори, що знаходяться у виробничому середовищі, можуть викликати інфекційну й алергічну дію на організм робітників та гіперчутливість до токсичних грибних метаболітів.

Непатогенні сапрофітні гриби, спори яких виявляються в повітрі виробничих приміщень, складають велику групу збудників респіраторних алергічних захворювань, таких як бронхіальна астма й алергічні пневмонії, а також здатні викликати шкірні алергічні реакції [5, 18, 20, 24, 25].

Концентрації грибних спор у повітрі різних галузей сільськогосподарського виробництва коливаються від 10^3 до 10^{5-7} м³ повітря. Проте можуть бути й значно вище, наприклад, при збиранні, обробці або зберіганні зернових культур концен-

трації мікроскопічних грибів можуть досягати від 10^6 до 10^9 КУО/м³ повітря. Навіть після хімічної або фізичної обробки при зберіганні кукурудзи виявляються значні концентрації грибних спор [11].

Аналізуючи технологічний процес отримання етанолу, та враховуючи досвід попередніх досліджень із продукції біопалива з ріпакової сировини, можна зробити висновок, що в процесі виробництва біоетанолу робітники піддаються впливу таких виробничих чинників, як шум, мікроклімат та біологічний фактор [10]. Особливої уваги заслуговує вивчення кількісного та якісного складу мікроміцетів, що контамінують кукурудзяну сировину, і є фактором ризику у виникненні професійних захворювань робітників, що контактують із зараженою сировиною при виробництві біопалива.

У процесі збирання та зберігання врожаю кукурудзи створюються максимально сприятливі умови для накопичення мікрофлори [2, 4, 5].

Серед факторів, важливих для формування мікробіологічного забруднення сировини, а саме на якісний та кількісний склад пліснявих грибів, у першу чергу, впливає вологість та температура. Збудники пліснявиння розвиваються тільки за умов високої вологості, тому розвиток грибів після збирання і в період зберігання залежить від ступеня вологості повітря, а також вологості самого зерна. За тривалої сирі погоди вологість зерна підвищується, що сприяє інтенсивному розвитку пліснявих грибів [13, 19, 27].

Деякі види грибів особливо *Eurotium spp.* (*Aspergillus glaucus*) здатні розвиватися і при низькій вологості повітря до 35 %. Проте, найпоширенішим видом, що успішно розвивається при низькій вологості є вид *Aspergillus spp* [21]. При вологості зерна до 14 % розвиток мікроорганізмів призупиняється; при вологості 17 % розпочинається розвиток пліснявиння, а при 19 % – відбувається його інтенсивний розвиток [6]. Так, ряд аналізів показав, що на насінні з вологістю 13,6 % не було виявлено росту мікроорганізмів незалежно від температур зберігання в межах від 10 до 40 °С. При підвищенні вологості до 19,4 % розвивалися два види плісняви *Penicillium* і *Aspergillus*. Види *Penicillium* більш вимогливі до вологи, ніж види *Aspergillus*, а щодо температури – навпаки. Мінімальна вологість, яка необхідна для росту грибів із роду *Penicillium* на насінні кукурудзи, складає 14,0–19,0 %, а для видів *Aspergillus* вона становить 13,5–18,5 % [28].

Збудники *Fusarium* здатні розвиватися при зберіганні за умов тільки підвищеної вологості насіння.

Гриб виду *Fusarium moniliforme* для проростання потребує вологості субстрату 20,4 % [12, 26, 34].

Інші автори зазначають, що збудники пліснявіння здатні розвиватися також і при невисокій вологості зерна – 12,0–5,0 % [14].

Температура є важливим чинником росту й розвитку пліснявих грибів. Гриби відрізняються чутливістю стосовно температур: температура впливає на розмір, інтенсивність росту міцелію й утворення конідій, на токсичні властивості грибів. Найхолодостійкіші можуть розвиватися навіть при мінусових, але близьких до нуля температурах [30].

Низькі температури зберігання вповільнюють розвиток грибів, навіть, якщо вологість зерна висока. Так, при температурі -5 °C загальне зараження пліснявими грибами зерна з вологістю 30 % виявлялося приблизно через два місяці зберігання, за вологості 25 % – через чотири місяці, а зерна з вологістю 19 % – через шість місяців. На зерні кукурудзи при зберіганні, за умов наявності вологи, види *Penicillium* здатні розвиватися вже при 3–5 °C, пригнічуючи при такій температурі інші, присутні на зернівках, види грибів. З підвищенням температури зростає і активність мікроорганізмів. Температурна амплітуда, при якій здатні розвиватися гриби, достатньо широка.

Оптимальна температура для розвитку більшості пліснявих грибів знаходиться в межах 20–30 °C [13, 33].

Сіро-зелене пліснявіння починає розвиватися при температурі 8 °C (гриби з родів *Penicillium* і *Aspergillus*), для темного пліснявіння (гриби з родів *Alternaria* і *Cladosporium*) – сприятлива температура вище 12 °C. Рожеве пліснявіння (представники з роду *Trichothecium*) спостерігається при температурі 8–10 °C. Збудник фузаріозу для свого розвитку потребує більш високих температур, для *Fusarium moniliforme* мінімальною є 10–14 °C, максимальною – 35–39 °C. У роді *Trichoderma* чітко виявляються три групи, які відрізняються по відношенню до температури: низькотемпературні *T. viride* і *T. polysporum*, високотемпературна *T. harzianum*, і, види, що розвиваються при різних температурах *T. hamatum* і *T. koningii* [32].

Для забруднення сировини, важливим також являється видовий антагонізм мікроміцетів. Види *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichothecium*, *Trichoderma* виявляють сильну конкурентну здатність за рахунок продукування біологічно-активних речовин – антибіотиків і мікотоксинів. Конкуренція визначається морфологічними особливостями грибів: пігментова-

ний міцелій (який підвищує їхню стійкість), висока швидкість розмноження і велика кількість спор [31].

Найбільш небезпечні плісняві гриби родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. та їхні метаболіти. Вони продукують такі мікотоксини, як афлотоксини, кайєва кислота, охратоксини, пеніцилова кислота, зеараленон, фузарієва кислота [22, 32]. Розвитку токсичних грибів сприяє попереднє заселення зерна поверхневою мікофлорою. Перевага того або іншого виду гриба не завжди визначає за ним головну роль, а, навпаки, гриби із сильною токсичністю в досліджуваному зразку можуть бути менш чисельними та розвиненими. При цьому масова поява токсичних грибів у сировині визначається не тільки мікрокліматичними умовами зберігання, вологістю насіння, а й особливостями фізіології їхнього живлення [30].

Патогенність грибів зростає під впливом низьких температур. Зумовлено це здатністю грибів виділяти за таких умов більшу кількість токсичних речовин, що отруюють зародки та молоді проростки. Оптимальні умови для синтезування мікотоксинів грибом *Aspergillus flavus* знаходяться в межах вологості сировини 18,3–18,5 % і температури 35–50 °C, видами *Penicillium* – 25–40 °C, *Trichoderma lignorum* – 20–30 °C.

На підприємстві з переробки кукурудзи вивчали забруднення виробничого середовища мікроміцетами. Максимальні концентрації мікроскопічних грибів були виявлені при операціях подрібнення сировини. У всіх зразках пилу були присутні гриби роду *Aspergillus*. Домінуючим був вид *A. flavus*. У загальній концентрації пилу він становив 56,6 % від загальної кількості грибів. У зразках респірабельного пилу цей вид складав 44,4 %. Кількість зразків позитивних на афлотоксин, який продукується видом *A. flavus* у загальній концентрації пилу становив 5,65 %, а в респірабельному пилу 9,73 % [23].

Таким чином, аналіз літератури показав, що кукурудза як сировина, що використовується для виробництва біопалива, являє собою більш сприятливе середовище для розвинення широкого спектра мікроскопічних грибів, які потребують подальшого вивчення. Їхній можливий негативний вплив у комбінації з іншими факторами виробничого середовища є потенційним ризиком для здоров'я працюючих.

Ураховуючи малочисельні дослідження умов праці на заводах із переробки кукурудзи на біопаливо, виникла необхідність у проведенні комплексних гігієнічних досліджень.

Матеріали та методи дослідження

При проведенні санітарно-гігієнічних досліджень вивчали параметри мікроклімату, концентрацію пилу в повітрі робочої зони, мікробне забруднення основних виробничих ділянок. Вивчення шуму та вібрації проводили при виконанні технологічних процесів на тракторах та комбайнах, що були на озашенні в господарствах Черкаської області. Дослідження проводили у теплий період року.

Гігієнічну оцінку мікроклімату та вмісту пилу в повітрі робочої зони було проведено відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». ДСНЗ.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Методические указания по измерению концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия № 4436-87. Прилади, що були використані — електроаспіратор ЕА1—1/20, термометр СП-64, психрометр аспіраційний МВ-4М, ваги лабораторні ВЛР200. Проведено 198 вимірів.

Гігієнічну оцінку шуму проводили згідно з ДСН 3.3.6.037—99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСП 3.3.2.041-99 «Санітарні правила по обладнанню та влаштуванню тракторів і сільськогосподарських машин». Усього проведено 78 вимірів. Апаратура — вимірювач рівнів шуму та вібрації ВШВ 003 М2.

Оцінку санітарно-мікробіологічного стану повітряного середовища робочих приміщень при переробці кукурудзи проводили у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88 (Санітарно-гігієнічний норматив для бактеріальних аерозолів тваринницьких і птахівницьких приміщень). Проби було відібрано апаратом Кротова. Усього проаналізовано 202 проби.

Визначення наявності пліснявих грибів здійснювали відповідно до ГОСТ 10444.12-88 (Продукты харчові. Метод визначення дріжджів та пліснявих грибів). Визначення спороутворюючих мікроорганізмів здійснювали відповідно до ГОСТ 10444.8-88 (Продукты питания. Методы определения *Bacillus cereus*).

Гігієнічні дослідження було проведено на підприємствах по переробці зернових та олійних культур у Черкаській області.

Результати дослідження та їх обговорення

Виміри виробничого шуму було проведено при роботі сільськогосподарської техніки, що використовувалася на основних технологічних ета-

пах, у кабінах тракторів та автомобілів. Згідно з Держстандартом 12.1.003-83, еквівалентний рівень звуку (дБА) у робочій зоні на постійних робочих місцях, у виробничих приміщеннях та на території підприємств, на робочих місцях стаціонарних сільськогосподарських машин не повинен перевищувати 80 дБА. У результаті дослідження були визначені робочі місця, де рівень шуму перевищував нормативні рівні. Так, на робочому місці оператора дільниці по розфасовці насіння кукурудзи перевищення становило 18 дБА, оператора обробки насіння перевищення становило 17 дБА, оператора транспортувальника перевищення становило 10 дБА, слюсаря-ремонтника перевищення становило 7 дБА.

При проведенні дослідження мікроклімату в кабінах тракторів та іншої техніки перевищення температури коливалося від 1 до 10 °С, що пов'язано з використанням застарілої техніки, без кондиціонерів у кабінах.

При переробці кукурудзи встановлено, що параметри температури та вологості на більшості робочих місць відповідають нормативним показникам. На робочих місцях, де проходить підсушування сировини, температура та вологість повітря перевищувала нормативні показники на 1–2 °С.

Концентрація пилу в повітрі робочої зони коливалася в залежності від технологічної операції. Найбільшу концентрацію пилу було визначено в цеху калібрування і протруювання: на робочому місці помічника оператора № 1 — 10,21–17,00 мг/м³, на робочому місці оператора лінії концентрації пилу становили 12,15–12,57 мг/м³, на робочому місці помічника оператора № 2 — коливалися в межах 7,92–9,51 мг/м³. Перевищення ГДК становило 4,25–1,98 рази. У цеху кондиціонування на робочому місці оператора лінії концентрація пилу коливалася в межах 6,31–10,52 мг/м³ (перевищення ГДК у 2,6–1,6 рази) та на складі готової продукції — у межах 2,7–4,3 мг/м³, що перевищувало ГДК в 1,075 рази. На робочому місці оператора автомобілерозвантажувача концентрація пилу складала 7,6–9,0 мг/м³, оператора транспортувальника — 4,8–,8 мг/м³, слюсаря-ремонтника — 3,4–4,1 мг/м³, що перевищувало ГДК в 1,10–2,25 рази.

Мікробіологічні дослідження проводили на етапі переробки та відвантаження кукурудзи на річковий транспорт. Проби було відібрано при різних технологічних операціях на перевантажувальному терміналі філії «Вітове» ТОВ СП «НІБУЛОН»

(с. Вітове, Чигиринський район Черкаської області), та в ТОВ «ЧЕРЛИС».

Найбільше мікробне забруднення було виявлено на робочому місці оператора автомобілерозвантажувача, при розвантаженні посівного зерна, де загальне мікробне забруднення становило $6,4 \cdot 10^5 - 2,3 \cdot 10^6$ КУО/м³ повітря, при цьому концентрації пліснявих грибів також були високими і становили $4,0 \cdot 10^4 - 2,7 \cdot 10^5$ КУО/м³ повітря. Споріві мікроорганізми коливалися в межах від $5,1 \cdot 10^3$ до $1,0 \cdot 10^5$ КУО/м³ повітря. Грам-негативна мікрофлора на даному робочому місці була в кількості $2,3 \cdot 10^2 - 1,5 \cdot 10^3$ КУО/м³ повітря.

На робочому місці слюсаря ремонтника загальна кількість мікроорганізмів коливалася в межах $4,1 \cdot 10^5 - 1,8 \cdot 10^6$ КУО/м³ повітря, концентрація пліснявих грибів становила $2,8 \cdot 10^4 - 1,5 \cdot 10^6$ КУО/м³ повітря. Споріві мікроорганізми становили $4,2 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря та грам-негативні мікроорганізми становили $1,9 \cdot 10^2 - 8,3 \cdot 10^3$ КУО/м³ повітря.

Дещо меншою загальною кількістю мікроорганізмів була в кабінах оператора транспортувальника та тракториста, за рахунок герметизації кабіни трактора, і коливалася в межах $2,3 \cdot 10^3 - 2,4 \cdot 10^5$ КУО/м³ повітря. Плісняві гриби коливалися в межах $1,3 \cdot 10^3 - 9,3 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря. Споріві мікроорганізми на робочому місці транспортувальника становили $1,0 \cdot 10^3 - 5,3 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря, а на робочому місці тракториста споріві та грамнегативні мікроорганізми були в межах < 100 , тобто не перевищували санітарного нормативу.

У лабораторії, на робочому місці техника-лаборанта, концентрації мікроорганізмів коливалися в межах $1,3 \cdot 10^4 - 1,7 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря, що не перевищувало допустимі рівні. Однак, концентрації мікроскопічних грибів були високими, і становили $3,7 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря. Грамнегативні мікроорганізми були в межах < 100 .

Таким чином, слід зазначити, що при виконанні технологічних операцій (вивантаженні сировини, калібруванні та протруюванні зерна кукурудзи), що супроводжуються викидами пилу, повітря робочої зони значною мірою контаміновано високими концентраціями бактеріальної та грибової флори і перевищувало ГДК ($5,0 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря). При розфасовці сировини та вивантаженні, кількість мікроорганізмів не значно перевищувала ГДК.

Результати аналізу мікробіологічних досліджень, проведених на всіх етапах виробництва біопалива показали, що формування мікробного забруднення має спільні тенденції на підприємствах, де проводили дослідження. Так, найбільші концентрації мікроорганізмів було виявлено на робочих місцях, що супроводжувалося значним пилоутворенням, де не було належним чином герметизовано технологічне обладнання. При цьому, концентрації пліснявих грибів також були високими, і коливалися в широкому діапазоні в залежності від технологічного процесу. Високі концентрації мікроскопічних грибів також корелювали з концентраціями пилу та рівнем загального мікробного забруднення.

Висновки

1. Аналіз даних наукової літератури та світових тенденцій у галузі виробництва нетрадиційних видів палива свідчить про те, що одною з найперспективніших культур для Європи, у тому числі для України, є кукурудза.
2. У результаті досліджень було встановлено, що в процесі переробки кукурудзи працюючі піддаються впливу комбінованої дії фізичних, хімічних та біологічних факторів виробничого середовища, що перевищують нормативні значення, у залежності від виду технологічних операцій.
3. Параметри температури та вологості на підприємствах по переробці кукурудзи, на більшості робочих місць, відповідають нормативним показникам. При сушінні сировини температура та вологість повітря перевищують нормативні значення на $1 - 2$ °С.
4. Концентрації пилу в повітрі робочої зони коливалися в широких межах і залежали від виду технологічної операції. Найбільша концентрація пилу була визначена в цеху калібрування і протруювання: на робочому місці помічника оператора № 1 – $10,21 - 17,00$ мг/м³, на робочому місці оператора лінії – $12,15 - 12,57$ мг/м³, на робочому місці помічника оператора № 2 – $7,92 - 9,51$ мг/м³. Перевищення ГДК становило $4,25 - 1,98$ рази. У цеху кондиціонування на робочому місці оператора лінії концентрація пилу коливалася від $6,31 - 10,52$ мг/м³ (перевищення ГДК в $2,6 - 1,6$ рази) та на складі готової продукції – $2,7 - 4,3$ мг/м³, що перевищувало ГДК у $1,075$ рази.

На робочих місцях оператора автомобілерозвантажувача концентрація пилу складала 7,6–9,0 мг/м³, оператора транспортувальника – 4,8–5,8 мг/м³, слюсаря-ремонтника – 3,4–4,1 мг/м³, що перевищувало ГДК у 2,25–1,10 разу.

5. При виконанні технологічних операцій: вивантаженні сировини, калібруванні та протруюванні, що супроводжуються викидами пилу, повітря робочої зони значною мірою контаміновано високими концентраціями бактеріальної флори ($6,4 \cdot 10^5$ – $2,3 \cdot 10^6$ КУО/м³) і

перевищувало ГДК від 12,8 до 46,0 разу ($5,0 \cdot 10^4$ КУО/м³ повітря), при цьому концентрації пліснявих грибів також були високими і становили $4,0 \cdot 10^4$ – $2,7 \cdot 10^5$ КУО/м³ повітря. Споріві мікроорганізми коливалися в межах від $5,1 \cdot 10^3$ до $1,0 \cdot 10^5$ КУО/м³ повітря. Грамнегативна мікрофлора була в кількості $2,3 \cdot 10^2$ – $1,5 \cdot 10^3$ КУО/м³ повітря.

6. Розроблено профілактичні заходи для працюючих при виробництві біопалива з кукурудзи на підприємствах галузі.

Література

1. Біопалива (технологія, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний [та ін.]. – К.: ЦП «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
2. Боровков А. В. Фитотоксические метаболиты грибов рода *Fusarium* FR / А. В. Боровков, О. А. Берестецкий // Микология и фитопатология. – 1983. – Т. 17, № 4. – С. 349–356.
3. Дубровін В. О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні / В. О. Дубровін // Аграрна наука і освіта. – 2004. – Т. 5, № 1–2. – С. 86–91.
4. Дудка С. Л. Мікрофлора зерна кукурудзи / С. Л. Дудка, Н. І. Пінчук, Л. І. Панчик // Зберігання та переробка зерна. – 2000. – № 8. – С. 27–28.
5. Дудка С. Л. Факультативні патогени кукурудзи / С. Л. Дудка, А. А. Николаєнко // Придніпровський наук. вісник. – 1998. – № 113 (180). – С. 31–34.
6. Сучасні проблеми та економіко-енергетичні аспекти вирощування різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи в умовах степу України / Б. В. Дзюбецький, В. С. Рибка, В. Ю. Черчель, Н. О. Лященко // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 5 (95). – С. 14–17.
7. Чернецова И. Б. Микрофлора отечественных и зарубежных зерновых культур / И. Б. Чернецова // Бюллетень ВНИИ экспериментальной ветеринарии. – 1986. – Вып. 54. – С. 52–54.
8. Цапко В. Г. Биологические агенты как фактор профессионального риска / Цапко В. Г., Стеренбоген М. Ю., Чудновец А. Я. // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2005. – № 3–4. – С. 84–90.
9. Цапко В. Г. Значение биоаэрозолей в гигиенической оценке условий труда в сельском хозяйстве / Цапко В. Г., Чудновец А. Я., Стеренбоген М. Ю. // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2006. – № 4 (8). – С. 65–71.
10. Гігієнічна характеристика виробництва біопалива з рослинної сировини / [Цапко В. Г., Стеренбоген М. Ю., Чудновец А. Я., Папач В. В.] // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2010. – № 3 (23). – С. 56–61.
11. Baliukoniene V. Mycological and mycotoxicological evaluation of grain / Baliukoniene V., Bakutis B., Stankevicius H. // Ann Agric Environ Med. – 2003. – V. 10. – P. 223–227.
12. Epidemiology of *Fusarium* infection and deoxynivalenol content in winter wheat in the Rhineland, Germany / Barzele B., Meier A., Handorf H. [et al.] // Eur J Plant Pathol. – 2002. – V. 108. – P. 667–673.
13. Occurrence of microscopic fungi and mycotoxins in conserved high moisture corn from Slovakia / Biro D., Juracek M., Kacaniova M. [et al.] // Ann Agric Environ Med. – 2009. – V. 16. – P. 227–232.
14. Bottalico A. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe / A. Bottalico, G. Perrone // Eur J Plant Pathol. – 2002. – V. 108. – P. 611–624.
15. Desai M. R. Aflatoxin related occupational exposure to maize processing workers / M. R. Desai, S. K. Ghosh // Cell Mol Biol. – 2003. – V. 49(4). – P. 529–535.
16. Dutkiewicz J. Bacteria and fungi in organic dust as a potential health hazard / J. Dutkiewicz // Ann. Agric. Environ. Med. – 1997. – № 4. – P. 11–16.
17. Dutkiewicz J. Microbial hazards in plants processing grain & herbs / J. Dutkiewicz // Am. J. Ind. Med. – 1989. – № 10. – P. 300–302.
18. Endotoxin responsiveness and subchronic grain dust-induced airway disease / George C. L., Jin H., Wohlford-Lenane C. L. [et al.] // Am J Physiol Lung Mol Physiol. – 2001. – V. 280 (2). – P. 203–213.
19. Influence of temperature water activity and pH on growth of some xerophilic fungi / Gock M. A., Hocking A. D., Pitt J. I. [et al.] // Int J Food Microbiol. – 2003. – V. 81. – P. 11–19.
20. Multilevel analysis of the impact of environmental factors and agricultural practices on the concentration in hay of microorganisms responsible for farmers lung disease / Haore H.G. [et al.] // Ann Agric Environ Med. – 2009. – V. 16. – P. 219–225.
21. *Aspergillus pseudotamarii*, a new aflatoxin producing species in *Aspergillus* section *Flavi* / [Ito Y., Peterson S.W., Wicklow D.T., Goto T.] // Mycol Res. – 2001. – V. 105. – P. 233–239.

22. Kedera C. J. Incidence of *Fusarium* spp. And levels of fumonisin B1 in maize in western Kenya / Kedera C. J., Plattner R. D., Desjardins A. E. // *Appl Environ Microbiol.*– 1999.– V. 65.– P. 41–44.
23. King S. B. Genotype differences in maize to kernel infection by *Fusarium molineforme* / S. B. King, G. E. Scott // *Phytopatology.*– 1981.– V. 71, № 12.– P. 1245–1247.
24. Kurup V. Respiratory fungal allergy / Kurup V., Shen H., Banerjee B. // *Microbes infect.*– 2000.– № 2.– P. 1101–1110.
25. Lacey J. Fungal and actinomycete spores as pollutants of the workplace and occupational allergens / Lacey J., Crook B. // *Ann. Occup. Hyg.*– 1998.– № 32.– P. 515–533.
26. *Fusarium* toxins and fungi associated with heading of grain on eight Finnish farms / Lappalainen S., Nikulin M., Berg S. [et al.] // *Atmosphere. Environ.*– 1996.– V. 30.– № 17.– P. 3059–3065.
27. Factors determining accumulation of mycotoxins producers in cereal grain during harvesting / Lagaukas A., Raila A., Zvicevicius E. [et al.] // *Ann Agric Environ Med.*– 2007.– V. 14.– P. 173–186.
28. Latge J. P. The pathobiology of *Aspergillus Fumigatus* / J. P. Latge // *Trends Microbiol.*– 2001.– № 9.– P. 382–389.
29. Microbial dustiness and particle release of different biofuels / [Madsen A, Martensson L, Schaidler T, Larsen L.] // *Ann. Occup. Hyg.*– 2004.– № 48.– P. 327–338.
30. Selective effect of propionates and water activity on maize microflora and impact on fumonisin B₁ accumulation / Marin S., Magan N., Abellana M. [et al.] // *J Stored Prod Res.*– 2000.– № 36.– P. 203–214.
31. McLean M. Maize grains and their associated mycoflora – a microecological consideration / M. McLean, P. Berjak // *Seed Sci. And Technol.*– 1987.– № 3.– P. 831–850.
32. Trichothecene mycotoxins and their determinants in settled dust related to grain production Nordby K. [et al.] // *Ann Agric Environ Med.*– 2004.– № 11.– P. 75–83.
33. Pelhate J. Maize silage. Incidence of moulds during conservation / J. Pelhate // *Folia Vet Lat.*– 1977.– № 7.– P. 1–16.
34. Pieckova E. *Fusarium moniliforme*, *F. subglutinans* and *Aspergillus flavus* in maize products in Slovakia / E. Pieckova, Z. Jesenka // *Czech Mycol.*– 2001.– № 53.– P. 229–235.

Цапко В. Г.^{1,2}, Стеренбоген М. Ю.², Чудновец А. Я.², Папач В. В.³

ГИГИЕНА ТРУДА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ КУКУРУЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

²ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

³Областная СЭС, г. Черкассы

Представлены результаты гигиенических исследований условий труда при производстве биотоплива из кукурузы на этапе переработки сырья. В результате исследований было установлено, что при переработке кукурузы работники подвергаются комбинированному действию физических, химических и биологических факторов производственной среды, которые превышают нормативные величины в зависимости от вида технологических операций. Кукуруза как сырье, используемое для производства биотоплива, представляет собой благоприятную среду для развития широкого спектра микроскопических грибов, которые требуют детального изучения. Их возможное негативное влияние при комбинированном действии других факторов производственной среды является фактором потенциального риска для здоровья работающих.

Ключевые слова: условия труда, производство биотоплива, кукуруза, биологический фактор

Tsapko V. G.^{1,2}, Sterenbogen M. Yu.², Chudnovets A. Y.², Papach V. V.³

OCCUPATIONAL MEDICINE IN MAIZE PROCESSING FOR BIOFUEL PRODUCTION

¹National University of Life and Environmental, Kiev

²Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kiev

³Regional Sanitary and Epidemiological Station, Cherkassy

The results of hygienic studies on work conditions in production of biofuel from maize at the stage of raw material processing are presented. It is found that in maize processing workers are exposed to a combination of physical, chemical and biological factors of the work environment, exceeding normative values depending on the type of technological operations. Maize, as a raw material, used for production of biofuel, is a favorable medium for development of a wide spectrum of microfungies; so it requires a detailed study. Their probable negative action under the combined action of other factors of the work environment is a potential risk factor for the health of workers.

Keywords: work conditions, production of biofuel, maize, biological factor

Надійшла: 04.05.2011 р.

Контактна особа: Стеренбоген Марина Юріївна, старший науковий співробітник групи по вивченню біологічних факторів виробничого середовища, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського 75, м. Київ, 01033. Тел.: (44) 289-44-22.