ESTUDIO DE CAMPO • AGRICULTURA / POSCOSECHA

DZ 9450 / DZ 9966 como auxiliar de proceso antimicrobiano en el agua de lavado de productos frescos

Evaluación intermedia de la Fase 1 de la formulación de oxicloruro mineral DZ 9450 / DZ 9966 para la reducción de patógenos y el control de la contaminación cruzada en fruta de superficie rugosa (aguacate) y en melón.

0%
CONTAMINACIÓN CRUZADA CON DZ 9450/9966, EN TODOS LOS CULTIVOS Y DESAFÍOS

3.21
REDUCCIÓN LOGARÍTMICA MÁXIMA EN SUPERFICIES DE AGUACATE

99.99%
REDUCCIÓN DE *SALMONELLA* EN MELÓN (AISLADO D)

Diseño del estudio

Objetivo. Evaluar DZ 9450/9966 como auxiliar de proceso antimicrobiano en el agua de lavado de productos agrícolas crudos (RAC, por sus siglas en inglés), midiendo la reducción de patógenos en la superficie y, sobre todo, su capacidad para evitar la contaminación cruzada de patógenos entre frutas dentro de una misma tina de lavado.

Cultivos. Fruta de superficie rugosa (aguacate, Pruebas 1 y 2, n total = 505) y círculos de cáscara de melón tipo cantaloupe.

Tratamiento. Oxicloruro mineral DZ 9450 / DZ 9966 dosificado a 100 PPM, con un potencial de óxido-reducción (ORP) cercano a la meta operativa de 690–714 mV a pH alcalino. Se comparó contra HOCl (10–15 PPM), ácido peracético / PAA (12.5–37.5 PPM) y una formulación experimental Exp-10.

Desafío. Fruta inoculada con *Salmonella* atenuada (PTVS 337) y un coctel patógeno de *Salmonella* (PTVS 26, 42, 45, 73), secada y mantenida 4 días a 15 °C antes de un lavado por inmersión a 4 °C de 30 y 60 segundos.

POTENCIAL DE OXIDACIÓN DE OXIDANTES COMUNES

REACTIVO	FÓRMULA	VOLTS
Flúor	F_2	3.06
Oxicloruro mineral	**$M_xO_yCl_z$**	**2.8–2.9**
Radical hidroxilo	$OH•$	2.80
Ion de oxígeno	O^-	2.42
Ozono	O_3	2.07
Peróxido de hidrógeno	H_2O_2	1.78
Radical perhidroxilo	HO_2	1.70
Dióxido de cloro	ClO_2	1.57
Ácido hipocloroso	HOCl	1.49
Cloro gas	Cl_2	1.36
Oxígeno (molécula)	O_2	1.23
Ion hipoclorito	OCl^-	0.94
Hipoclorito de sodio	NaOCl	0.94
Anión hidroperóxido	HO_2^-	−0.88
Radical superóxido	O_2^-	−2.40

POR QUÉ IMPORTA EL POTENCIAL DE OXIDACIÓN

El oxicloruro mineral DZ 9450/9966 se oxida a 2.8–2.9 V, muy por encima del cloro (1.36 V) y del hipoclorito (0.94 V), lo que permite una eliminación rápida de patógenos y, a la vez, conserva suficiente residual para neutralizar los organismos desprendidos al agua de lavado compartida.

Prueba 1: desinfección de superficie de aguacate

En el aguacate de superficie rugosa, todas las químicas redujeron las cargas iniciales de *Salmonella* en aproximadamente 2–3 logs. La diferencia decisiva apareció en la tina de lavado compartida: DZ 9450/9966 fue el único tratamiento que logró una eliminación casi total en los enriquecimientos y mantuvo la contaminación cruzada en cero.

DESINFECTANTE	CONC.	REDUCCIÓN LOGARÍTMICA (60 S)	ENRIQUECIMIENTOS POSITIVOS	CONTAMINACIÓN CRUZADA
HOCl	10 PPM	2.70	80%	0%
HOCl	15 PPM	2.67	90%	0%
PAA	12.5 PPM	2.26	80%	0%
PAA	37.5 PPM	3.00	80%	0%
Exp-10	ATTN 100	2.50	70%	0%
Exp-10	PATH 100	2.70	80%	0%
DZ 9450/9966	**ATTN 100**	**3.17**	**10%**	**0%**
DZ 9450/9966	**PATH 100**	**3.21**	**0%**	**0%**

Desafío inicial de 4.33–4.60 log CFU/aguacate; inmersión de 60 segundos a 4 °C. Los enriquecimientos positivos y la contaminación cruzada se midieron con n = 20 por punto de tiempo. PAA a 12.5 PPM fue el único comparativo con contaminación cruzada registrada (13% en el punto de 30 segundos).

Condiciones del agua de lavado

DESINFECTANTE	CONC. REAL (PPM)	ORP (mV)	pH	TEMP. (°C)
HOCl	11–15	881–943	6.7	4.2–4.4
PAA	13–38	287–304	5.7–6.4	4.0–4.2
Exp-10	90	440–457	6.1–6.3	4.1–4.6
DZ 9450/9966	**100**	**700–714**	**11.6–11.9**	**3.5–4.0**

Valores posteriores al lavado ("Después"). DZ 9450/9966 mantuvo el potencial de oxidación objetivo de 700 mV con la dosis completa de 100 PPM durante toda la corrida.

CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA 1: AGUACATE

DZ 9450/9966 logró la mayor reducción logarítmica en superficie del estudio (3.21) contra el coctel patógeno y fue el único desinfectante que llevó los enriquecimientos positivos a 0%, sin contaminación cruzada medible.

Desinfección de melón y contaminación cruzada

En la cáscara de melón, las cepas atenuadas de *Salmonella* resultaron más difíciles de eliminar: el cloro y Exp-10 dejaron las poblaciones prácticamente sin cambio. DZ 9450/9966 fue la única química que redujo los tres organismos del desafío, y disminuyó en casi tres logs la cepa resistente PTVS 337.

LOG CFU RESIDUAL / CÍRCULO DE MELÓN	COCTEL PATH	ATTN SAL (337)	ATTN SAL (AISLADO D)
Antes	5.36 ± 0.18	5.97 ± 0.18	5.57 ± 0.37
HOCl	2.36 ± 1.04	5.73 ± 0.23	3.22 ± 0.45
PAA	2.06 ± 1.05	4.19 ± 0.66	2.66 ± 0.71
Exp-10	2.54 ± 1.20	5.83 ± 0.32	3.11 ± 0.78
DZ 9450/9966	**2.64 ± 1.13**	**3.08 ± 0.73**	**1.67 ± 0.56**
Testigo	4.14 ± 0.30	5.91 ± 0.21	3.32 ± 0.26

Menor residual = mejor remoción. n = 10 por tratamiento. PATH = coctel patógeno de Salmonella (PTVS 26, 42, 45, 73).

Porcentaje de disminución después de la desinfección

DESINFECTANTE	COCTEL PATH	ATTN SAL (337)	ATTN SAL (AISLADO D)
HOCl	99.90%	42.46%	99.55%
PAA	99.95%	98.34%	99.88%
Exp-10	99.85%	27.56%	99.65%
DZ 9450/9966	**99.81%**	**99.87%**	**99.99%**
Testigo	93.97%	12.90%	99.44%

Solo DZ 9450/9966 superó 99.8% de reducción en los tres desafíos con Salmonella; HOCl y Exp-10 cayeron a 27–42% contra la cepa PTVS 337.

LA HISTORIA DE LA CONTAMINACIÓN CRUZADA

En la tina de melón, HOCl, PAA, Exp-10 y el testigo sin tratar transfirieron el patógeno a fruta limpia en 77–100% de los casos. Solo DZ 9450/9966 mantuvo la contaminación cruzada en 0% contra todos los organismos probados, el requisito central de un auxiliar de proceso para el lavado de productos frescos.

Prueba 2: corrida de confirmación en aguacate

Una segunda prueba en aguacate repitió el desafío, esta vez dosificando la formulación Exp-10 a una concentración elevada de 450 PPM, mientras que DZ 9450/9966 mantuvo su dosis estándar de 100 PPM. Incluso con más de cuatro veces la concentración, Exp-10 no pudo igualar a DZ 9450/9966 en la eliminación residual, y DZ 9450/9966 volvió a registrar cero contaminación cruzada.

DESINFECTANTE	CONC. (PPM)	REDUCCIÓN LOGARÍTMICA (60 S)	ENRIQUECIMIENTOS POSITIVOS	CONTAMINACIÓN CRUZADA
HOCl	12.5–15	2.43–2.88	60–100%	0–5%
PAA	12.5–37.5	2.58–2.66	60–100%	0%
Exp-10 (DZ 9450)	450	1.89–2.74	30–50%	0%
DZ 9450/9966	**100**	**2.86–2.94**	**80–100%**	**0%**

Los rangos abarcan inmersiones de 30 y 60 segundos con desafíos atenuados y patógenos; carga inicial de 4.06–4.30 log CFU/aguacate. El agua de lavado con DZ 9450/9966 mantuvo 954–1025 mV de ORP a 100 PPM. La recopilación de datos de melón de la Prueba 2 estaba en curso al momento de este informe interino.

Conclusión

En las dos pruebas con aguacate y en el estudio con melón, el hallazgo fue consistente: varias químicas pueden reducir los conteos de patógenos en superficie, pero solo el oxicloruro mineral DZ 9450/9966 combinó una fuerte reducción logarítmica con la **prevención total de la contaminación cruzada** en la tina de lavado compartida, con una dosis modesta de 100 PPM mantenida cerca de 700 mV de ORP.

Esto posiciona a DZ 9450/9966 como un auxiliar de proceso antimicrobiano eficaz para fruta de superficie rugosa y melón, donde un solo artículo contaminado puede, de otro modo, sembrar toda una línea de lavado. Los resultados de melón de la Prueba 2 ampliarán este conjunto de datos de la Fase 1.

Datos interinos de la Fase 1 | Lavado de productos RAC | Control de *Salmonella* | Cero contaminación cruzada

CONTACTO — OXYSOLUTION

Para conversar sobre protocolos de prueba o un piloto de lavado de productos frescos:
ventas@oxysolution.com.mx • www.oxysolution.com.mx