บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์โลหะหนักชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะโครเมียม และคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพ ได้แก่ ค่ากรด-ด่าง ค่าความขุ่น และสภาพการนำไฟฟ้า เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนโครเมียมในบ่อปลูกผักกระเฉด รวมทั้งศึกษาคุณภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกผักกระเฉด ผลการศึกษาดังนี้

4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ ชีวภาพ และปริมาณโลหะหนักจากการสำรวจเบื้องต้น

4.1.1. ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและชีวภาพเบื้องต้น

คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพครั้งที่ 1 พบว่า PH มีค่าอยู่ระหว่าง 7.2-8.2 และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.76 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ความขุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 20-119 NTU และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 58.44 NTU สภาพการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 205-540 µS/cm และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 336.3 µS/cm ซึ่งเป็นน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง สามารถนำไปใช้ในการชลประทานกับพืชที่ทนเค็มปานกลาง ถ้าพืชไม่ทนเค็มจะต้องปลูกบนดินที่มีการระบายน้ำดี และจะต้องมีการล้างดินเป็นครั้งคราว ซึ่งทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพเบื้องต้น

พารามิเตอร์									
จุดเก็บตัวอย่าง	พีเอช (PH)			ความขุ่น (Turbidity) : NTU			สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) : µS		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ลำน้ำ	7.2	7.5	7.8	50	45	20	540	422	423
บ่อพักน้ำ 1	8.2	8.2	8.1	57	60	74	236	232	230
บ่อพักน้ำ 2	7.6	7.8	7.8	74	71	62	205	214	323
บ่อผัก 1	7.6	7.7	7.7	119	32	99	406	415	381
บ่อผัก 2	7.7	7.7	7.6	74	61	69	211	297	256
บ่อผัก 3	7.8	7.8	7.9	39	24	22	381	398	484
ค่าเฉลี่ย	7.76			58.44			336.33		
ค่ามาตรฐาน	5-9*						2,000		

หมายเหตุ: *มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน. 2537

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักจากการสำรวจเบื้องต้น

1) ปริมาณโลหะหนักในน้ำ พบว่า บ่อผัก 1 มีปริมาณแมงกานีส (Mn) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.000±0.018 mg/l ในลำน้ำพบสังกะสี (Zn) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.237±0.186 mg/l บ่อพักน้ำ 2 พบโครเมียมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.370±0.021 mg/l ในลำน้ำพบทองแดง (Cu) มากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.005±0.006 mg/l ในลำน้ำพบเหล็ก (Fe) มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.175±0.178 mg/l ส่วนใหญ่ปริมาณตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ไม่สามารถตรวจวัดได้ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในน้ำ

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	**จุดเก็บตัวอย่าง**	**โลหะหนักที่วิเคราะห์ (mg/l)**						
		Mn	**Zn**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Pb**	**Cd**
ลำน้ำ	1	0.170	0.094	0.349	NA	0.379	NA	NA
	2	0.019	0.170	0.333	0.011	0.061	NA	NA
	3	0.023	0.448	0.325	0.005	0.083	NA	NA
ค่าเฉลี่ยลำน้ำ		0.071±0.086	0.237±0.186	0.335±0.012	0.005±0.006	0.175±0.178	NA	NA
บ่อพักน้ำ 1	1	NA	0.275	0.367	0.010	0.215	NA	NA
	2	NA	NA	0.342	NA	0.154	NA	NA
	3	0.031	0.398	0.333	0.016	0.133	NA	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อพักน้ำ 1		0.009±0.019	0.077±0.454	0.347±0.018	0.004±0.016	0.167±0.043	NA	NA
บ่อพักน้ำ 2	1	0.003	NA	0.370	NA	0.150	NA	NA
	2	0.003	NA	0.3270	NA	0.022	NA	NA
	3	0.009	NA	0.3500	NA	0.110	NA	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อพักน้ำ 2		0.005±0.004	NA	0.370±0.021	NA	0.130±0.028	NA	NA
บ่อผัก 1	1	0.014	NA	0.352	0.0030	0.156	NA	NA
	2	0.000	NA	0.341	0.003	NA	NA	NA
	3	0.036	NA	0.322	0.005	0.006	NA	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 1		2.000±0.018	NA	0.338±0.015	0.004±0.001	0.081±0.106	NA	NA
บ่อผัก 2	1	0.017	NA	0.3540	0.002	0.030	NA	NA
	2	0.029	NA	0.337	0.005	0.058	NA	NA
	3	0.029	NA	0.332	0.0010	0.096	NA	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 2		0.025±0.007	NA	0.334±0.003	0.004±0.002	0.061±0.033	NA	NA
บ่อผัก 3	1	0.088	NA	0.347	0.001	NA	NA	NA
	2	0.010	NA	0.338	0.002	NA	NA	NA
	3	NA	NA	0.334	0.005	0.068	NA	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 3		0.031±0.050	NA	0.339±0.007	0.003±0.002	0.017±0.044	NA	NA
ค่ามาตรฐาน		1.0*	1.0*	0.05*	0.1*		0.05*	0.005

หมายเหตุ: * มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน. 2537

NA คือ ความเข้มข้นโลหะหนักมีค่าต่ำกว่าขีดต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (ต่ำกว่า 0.025 µg/L)

2) ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดิน พบว่า ในลำน้ำปริมาณแมงกานีส (Mn) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.426±0.175 mg/kg ลำน้ำพบสังกะสี (Zn) มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.077±0.025 mg/kg ลำน้ำพบโครเมียม (Cr) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.028±0.014 mg/kg ลำน้ำพบทองแดง (Cu) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.033±0.015 mg/kg บ่อผัก 3 พบเหล็ก (Fe) มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.218±0.336 mg/kg ลำน้ำและบ่อผัก1 พบตะกั่ว (Pb) มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.015±0.0060 mg/kg และไม่พบแคดเมียม (Cd) ในตะกอนดินทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในตะกอนดิน

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	โลหะหนักที่วิเคราะห์ (mg/kg)						
		Mn	Zn	Cr	Cu	Fe	Pb	Cd
ลำน้ำ	1	0.374	0.106	0.044	0.050	7.655	0.022	NA
	2	0.621	0.062	0.021	0.028	7.223	0.013	NA
	3	0.282	0.064	0.018	0.022	6.022	0.009	NA
ค่าเฉลี่ยลำน้ำ		0.426±0.175	0.077±0.025	0.028±0.014	0.033±0.015	6.967±0.846	0.015±0.006	NA
บ่อพักน้ำ 1	1	0.355	0.028	0.021	0.016	8.525	0.011	NA
	2	0.184	0.050	0.022	0.027	7.773	0.014	NA
	3	0.182	0.053	0.021	0.024	7.651	0.014	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อพักน้ำ 1		0.240±0.099	0.044±0.014	0.021±0.001	0.022±0.005	7.983±0.473	0.013±0.002	NA
บ่อพักน้ำ 2	1	0.203	0.053	0.021	0.028	7.666	0.014	NA
	2	0.190	0.029	0.017	0.016	6.681	0.009	NA
	3	0.152	0.019	0.017	0.013	5.872	0.007	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อพักน้ำ 2		0.182±0.026	0.034±0.018	0.018±0.002	0.019±0.008	6.740±0.898	0.010±0.004	NA
บ่อผัก 1	1	0.079	0.040	0.027	0.036	6.988	0.018	NA
	2	0.057	0.032	0.021	0.024	6.192	0.013	NA
	3	0.073	0.041	0.019	0.024	6.180	0.014	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 1		0.070±0.011	0.038±0.005	0.022±0.004	0.028±0.007	6.453±0.463	0.015±0.003	NA
บ่อผัก 2	1	0.081	0.029	0.020	0.029	6.358	0.015	NA
	2	0.050	0.021	0.019	0.016	4.956	0.007	NA
	3	0.019	0.000	0.016	0.005	1.926	0.000	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 2		0.050±0.031	0.016±0.015	0.018±0.002	0.017±0.012	4.413±2.265	0.007±0.007	NA
บ่อผัก 3	1	0.319	0.054	0.022	0.028	8.169	0.015	NA
	2	0.277	0.051	0.021	0.024	7.909	0.013	NA
	3	0.276	0.050	0.020	0.022	8.575	0.015	NA
ค่าเฉลี่ยบ่อผัก 3		0.291±0.025	0.052±0.002	0.021±0.001	0.025±0.003	8.218±0.336	0.014±0.001	NA
ค่ามาตรฐาน			70*	80*	45*		55*	

หมายเหตุ: *มาตรฐานระดับเกณฑ์พื้นฐานของการปนเปื้อนโลหะหนักในดินประเทศไทย. 2551

3) ปริมาณโลหะหนักในผักกระเฉด พบว่า บ่อผักที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณแมงกานีส (Mn) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.372±0.135 และ 0.455±0.150 mg/kg สังกะสี (Zn) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.146±0.010 และ0.164±0.029 mg/kg โครเมียมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.015±0.001 และ 0.015±0.000 mg/kg ทองแดง (Cu) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.012±0.003 และ 0.011±0.004 mg/kg เหล็ก (Fe) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.281±0.131 และ 0.413±0.018 mg/kg ไม่พบตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งกำหนดให้ไม่เกิน 2 mg/kg ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณโลหะหนักในผักกระเฉด

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	โลหะหนักที่วิเคราะห์ (mg/kg)						
		Mn	Zn	Cr	Cu	Fe	Pb	Cd
บ่อผัก1	1	0.526	0.158	0.016	0.015	0.432	NA	NA
	2	0.273	0.140	0.015	0.011	0.213	NA	NA
	3	0.316	0.141	0.015	0.010	0.198	NA	NA
บ่อผัก 1 (ค่าเฉลี่ย)		0.372±0.135	0.146±0.010	0.015±0.001	0.012±0.003	0.281±0.131	NA	NA
บ่อผัก2	1	0.313	0.157	0.015	0.010	0.406	NA	NA
	2	0.441	0.138	0.015	0.008	0.399	NA	NA
	3	0.612	0.196	0.015	0.015	0.434	NA	NA
บ่อผัก 2 (ค่าเฉลี่ย)		0.455±0.150	0.164±0.029	0.015±0.000	0.011±0.004	0.413±0.018	NA	NA

หมายเหตุ: NA คือความเข้มข้นโลหะหนักมีค่าต่ำกว่าขีดต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (ต่ำกว่า 0.025 µg/L)

จากตารางที่ 15 ถึงตารางที่ 17 ซึ่งเป็นผลการสำรวจความเข้มข้นของโลหะหนักที่คาดว่าจะมีการปนเปื้อนในน้ำ ตะกอนดิน และผักกระเฉด พบว่า ประเภทของโลหะหนักที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงและมีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ คือ โครเมียม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกทำการศึกษาโครเมียมในตัวอย่างดังกล่าวและเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพกรณีการบริโภคผักกระเฉดที่มีการปนเปื้อนโครเมียมต่อไป ซึ่งแสดงในรายละเอียดในหัวข้อที่ 4.2

4.2 คุณภาพน้ำทางกายภาพ ชีวภาพ และปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดินและผักกระเฉด

4.2.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพ ครั้งที่ 2

การตรวจวัดครั้งนี้ได้เพิ่มจำนวนจุดตรวจวัดเป็น 4 จุด แต่ในพื้นที่เดิมโดย คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางชีวภาพ ครั้งที่ 2 พบว่า PH มีค่าอยู่ระหว่าง 7.42-8.1 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.74 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ความขุ่น มีค่าอยู่ระหว่าง 8-46 NTU และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.70 NTU สภาพการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 503-992 µS/cm และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 752 µS/cm ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์											
	พีเอช (PH)				ความขุ่น (Turbidity) : NTU				สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) : µS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ลำน้ำ	7.65	7.73	7.80	7.77	22	21	21	22	987	890	992	790
บ่อพักน้ำ 1	8.05	8.06	8.10	8.09	41	43	38	41	740	645	750	760
บ่อพักน้ำ 2	8.02	8.06	8.07	8.08	39	41	46	38	661	578	503	630
บ่อผัก 1	7.60	7.52	7.50	7.43	8	9	10	11	755	732	711	870
บ่อผัก 2	7.58	7.57	7.42	7.50	24	23	27	22	765	885	789	775
บ่อผัก 3	7.49	7.48	7.49	7.45	12	11	11	11	680	816	796	546
ค่าเฉลี่ย	7.74				24.67				751.92			
ค่ามาตรฐาน	5-9*								2,000			

หมายเหตุ: *มาตรฐานคุณภาพน้ำผิว. 2537

4.2.2 ปริมาณการปนเปื้อนโครเมียมในน้ำที่ใช้ในการปลูกผักกระเฉดและในตะกอนดิน

การวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนโครเมียมในน้ำที่ใช้ในการปลูกผักกระเฉดและในตะกอนดิน บริเวณคลองชลประทานจังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยได้ ดังนี้

การปนเปื้อนโครเมียมในน้ำและตะกอนดินในคลองชลประทาน พบว่า บ่อพักน้ำที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.009±0.001 mg/l และในตะกอนดิน พบว่า ในลำน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 11.574±3.307 mg/kg เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมที่ตรวจพบในน้ำและตะกอนดิน มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

การปนเปื้อนโครเมียมในผักกระเฉด (ส่วนที่บริโภคได้) พบว่าบ่อผักที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1.918±0.864 ในแต่ละบ่อ เท่ากับ 1.918±0.864 1.104±0.401 และ 1.429±0.634 mg/kg พบมากที่สุดในบ่อผักที่ 1, 3 และ 2 ตามลำดับ (ส่วนที่บริโภคไม่ได้) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.453-1.200 mg/kg และมีค่าเฉลี่ยในแต่ละบ่อเท่ากับ 1.075±0.809 0.453±0.155 และ 1.200±0.696 mg/kg ตามลำดับ พบมากที่สุดในบ่อผักที่ 3 , 1

และ 2 ตามลำดับ มีค่าไม่เกินมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข* ที่กำหนดให้โครเมียมมีค่าไม่เกิน 2 mg/kg ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการปนเปื้อนโครเมียมในน้ำ ตะกอนดิน และผักกระเฉด

จุดเก็บตัวอย่าง	ปริมาณโครเมียม			
	ในน้ำ (mg/l)	ในตะกอนดิน (mg/kg)	ในผักกระเฉด ส่วนที่บริโภคได้ (mg/kg)	ในผักกระเฉด ส่วนที่บริโภคไม่ได้ (mg/kg)
ลำน้ำ จุดที่ 1	0.009	6.540	-	-
ลำน้ำ จุดที่ 2	0.017	13.825	-	-
ลำน้ำ จุดที่ 3	0.001	13.565	-	-
ลำน้ำ จุดที่ 4	0.003	12.365	-	-
ลำน้ำ(เฉลี่ย)	0.008±0.002	11.574±3.307	-	-
บ่อพักน้ำ 1 จุดที่ 1	0.021	8.245	-	-
บ่อพักน้ำ 1 จุดที่ 2	0.003	5.930	-	-
บ่อพักน้ำ 1 จุดที่ 3	0.004	6.340	-	-
บ่อพักน้ำ 1 จุดที่ 4	0.006	8.065	-	-
บ่อพักน้ำ 1 (เฉลี่ย)	0.009±0.001	7.145±1.096	-	-
บ่อพักน้ำ 2 จุดที่ 1	0.003	12.835	-	-
บ่อพักน้ำ 2 จุดที่ 2	0.003	8.020	-	-
บ่อพักน้ำ 2 จุดที่ 3	0.004	7.185	-	-
บ่อพักน้ำ 2 จุดที่ 4	0.004	5.655	-	-
บ่อพักน้ำ 2 (เฉลี่ย)	0.004±0.001	8.424±2.668	-	-
บ่อผักที่ 1 จุดที่ 1	0.005	7.775	3.105	2.635
บ่อผักที่ 1 จุดที่ 2	0.00	6.360	2.075	0.650
บ่อผักที่ 1 จุดที่ 3	0.004	8.640	0.955	0.570
บ่อผักที่ 1 จุดที่ 4	0.004	10.185	1.540	0.445
บ่อผักที่ 1 (เฉลี่ย)	0.004±0.002	8.240 ±2.697	1.918±0.864	1.075±0.809
บ่อผักที่ 2 จุดที่ 1	0.005	4.980	0.950	0.490
บ่อผักที่ 2 จุดที่ 2	0.005	3.640	1.100	0.300
บ่อผักที่ 2 จุดที่ 3	0.004	6.310	1.435	0.430
บ่อผักที่ 2 จุดที่ 4	0.003	5.710	0.930	0.590
บ่อผักที่ 2 (เฉลี่ย)	0.004±0.002	5.160±2.195	1.104±0.401	0.453±0.155

ตารางที่ 19 ผลการปนเปื้อนโครเมียมในน้ำ ตะกอนดิน และผักกระเฉด (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ปริมาณโครเมียม			
	ในน้ำ (mg/l)	ในตะกอนดิน (mg/kg)	ในผักกระเฉด ส่วนที่บริโภคได้ (mg/kg)	ในผักกระเฉด ส่วนที่บริโภคไม่ได้ (mg/kg)
บ่อผักที่ 3 จุดที่ 1	0.004	8.735	1.435	1.050
บ่อผักที่ 3 จุดที่ 2	0.006	6.660	1.090	0.180
บ่อผักที่ 3 จุดที่ 3	0.005	10.790	1.130	1.070
บ่อผักที่ 3 จุดที่ 4	0.004	5.705	2.060	2.500
บ่อผักที่ 3 (เฉลี่ย)	0.005±0.001	7.973±2.871	1.429±0.634	1.200±0.696
ค่ามาตรฐาน	0.05 *	80** , 43.4 **	2 ***	2 ***

หมายเหตุ: *มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. 2537

**ระดับเกณฑ์พื้นฐานของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย. 2551

***มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. 2529

4.3 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักกระเฉดในปริมาณน้อยเป็นเวลานาน

การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผักกระเฉด ประเมินความเสี่ยงให้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้การอธิบายลักษณะความเสี่ยงตามความเป็นพิษของสารเคมีแบบสารที่ไม่ก่อมะเร็ง จากการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคผักกระเฉด ตามตัวอย่างการคำนวณปริมาณโครเมียมที่ได้รับตลอดช่วงชีวิตจากการบริโภคผักกระเฉดที่ปนเปื้อนแทนค่าจากสมการที่ 1 ดังต่อไปนี้

$$\text{Intake (mg/kg-day)} = \frac{CF \times IR \times EF \times ED}{AT \times BW}$$

CF = ปริมาณโครเมียมที่ปนเปื้อนในผักกระเฉดส่วนที่บริโภคได้ เท่ากับ 1.48 mg/kg น้ำหนักแห้ง

IR = จากการสำรวจปริมาณการขายในท้องตลาด กรณีผักกระเฉด 1 กำ เท่ากับ 0.4 kg/meal น้ำหนักเปียก (ได้จากการหาค่า moisture content เท่ากับ 83 % หรือ 0.83 ดังนั้น ค่าปริมาณน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 0.33 kg/meal)

EF = คำนวณจากกรณีเลวร้ายที่สุดที่มีการบริโภคทุกวัน วันละ 3 มื้อต่อ 1 ปี เท่ากับ 3(365) Meals/year

ED = กรณีเลวร้ายที่สุดที่มีการบริโภคทั้งปีระยะเวลาที่สัมผัสช่วงชีวิตของผู้ใหญ่ทั้งหมด ระหว่าง 20 และ 70 ปีเฉลี่ยเท่ากับ 50 year

AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย สำหรับผู้ใหญ่จะมีค่าเท่ากับช่วงชีวิตของแต่ละบุคคลที่จะประเมิน ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย 70 ปี ใช้สำหรับสมาชิกของประชากรทั่วไป ในการคำนวณค่านี้

จะถูกแปลงเป็น 25,550 วัน (เช่น 70 ปี × 365 วันต่อปี) ซึ่งประยุกต์จาก Food Standard Australia and New Zealand.

BW = น้ำหนักตัวเฉลี่ยของคนไทย เป็นชาย เท่ากับ 68.83 kg เป็นหญิงเท่ากับ 57.40 kg โดยใช้น้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 63 กก. (ข้อมูลนี้ทำการประยุกต์จากมาตรฐาน Size Thai. 2552)

วิธีการคำนวณ

$$\text{Intake (mg/kg-day)} = \frac{1.48\ \text{mg/kg} \times 0.33\ \text{kg/meal} \times 3(365)\ \text{Meals/year} \times 50\ \text{year}}{25{,}550\ \text{day} \times 63\ \text{kg}}$$

$$= \frac{26{,}739.9}{1{,}609{,}650}$$

$$= 0.017\ \text{mg/kg-day}$$

กรณีประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผลร้ายที่เกิดต่อสุขภาพ อธิบายได้โดยค่า Hazard Quotient (HQ) ดังสมการที่ 2

$$HQ = \text{Daily Intake} / RfD$$

$$Cr^{+6} = 0.017\ \text{mg/kg-day} / 3\times10^{-3}\ \text{mg/kg-day}$$

$$= 5.67$$

$$Cr^{+3} = 0.017\ \text{mg/kg-day} / 1.5\ \text{mg/kg-day}$$

$$= 0.01$$

โดยประเมินได้ว่ามีการบริโภคผักกระเฉดปริมาณ 0.017 mg/kg-day ทั้งนี้ค่าอ้างอิงที่กำหนดให้เกิดความปลอดภัยกรณีของ Cr^{+6} และ Cr^{+3} คือ 3×10^{-3} mg/kg-day และ 1.5 mg/kg-day (IRIS. 2015) โดยผลการประเมินความเสี่ยง พบว่า ค่า HQ มีค่า เท่ากับ 5.67 และ 0.01 สำหรับ Cr^{+6} และ Cr^{+3} ตามลำดับ

ผลการประเมินความเสี่ยง แบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ผลการตรวจวัดโครเมียมทั้งหมดในผักกระเฉดเป็น Cr^{+6} พบว่า มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคดังกล่าว ในขณะที่หากโครเมียมที่ปนเปื้อนในผักกระเฉดทั้งหมดเป็น Cr^{+3} จะยังคงไม่เสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งนี้ในการวิจัยไม่ได้ศึกษาในส่วนของการแยกรูปของโครเมียม อย่างไรก็ตาม อาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคได้มีการบริโภคเป็นเวลานานซึ่งอาจเกิดการสะสมในร่างกายและทำให้เป็นอันตราย หรือไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การหาปริมาณที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยต่อสัปดาห์ (Provisional Tolerable Weekly Intake) หรือค่า PTWI คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$PTWI = \frac{TRV \times BW \times 7}{C_f}$$

PTWI คือ ปริมาณโครเมียมทั้งหมดที่ร่างกายได้รับอย่างปลอดภัย หน่วยเป็น กรัม/สัปดาห์

TRV คือ ปริมาณโครเมียมที่มนุษย์จะรับได้ (ค่า RfD) หน่วยเป็น มคก./กก./วัน

BW คือ น้ำหนักตัวเฉลี่ยของคนไทย เป็นชาย เท่ากับ 68.83 kg เป็นหญิง เท่ากับ 57.40 kg โดยใช้น้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 63 กก. (ข้อมูลนี้ทำการประยุกต์จากมาตรฐาน Size Thai. 2552)

C_f คือ ค่าเฉลี่ยของโครเมียมในผักกระเฉดส่วนที่บริโภคได้ เท่ากับ 1.48 mg/kg

7 คือ จำนวนวัน / สัปดาห์

วิธีการคำนวณ

$$PTWI = \frac{TRV \times BW \times 7}{C_f}$$

กรณี Cr^{+6}

$$= \frac{3\times10^{-3}\ mg/kg\text{-}day \times 63\ kg \times 7}{1.48\ mg/kg}$$

$$= 0.89\ g/week$$

กรณี Cr^{+3}

$$= \frac{1.5\ mg/kg\text{-}day \times 63\ kg \times 7}{1.48\ mg/kg}$$

$$= 446.96\ g/week$$

แปลงหน่วย Cr^{+6} 0.89 g/week เป็น kg/day = 1000 g = 1 kg

$$0.89 = \frac{1 \times 0.89}{1000}$$

$$= 0.001\ kg/day$$

แปลงหน่วย Cr^{+3} 446.96 g/week เป็น kg/day = 1000 g = 1 kg

$$446.96 = \frac{1 \times 446.96}{1000}$$

$$= 0.45\ kg/day$$

ปริมาณการบริโภคได้อย่างปลอดภัยต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ค่าอ้างอิงที่กำหนดให้เกิดความปลอดภัยกรณีของ Cr^{+6} และ Cr^{+3} คือ 3×10^{-3} mg/kg-day และ 1.5 mg/kg-day (IRIS. 2015) โดยผลการประเมินความเสี่ยง พบว่า ค่า PTWI มีค่า เท่ากับ 0.001 กิโลกรัมต่อวัน และ 0.45 กิโลกรัมต่อวัน สำหรับ Cr^{+6} และ Cr^{+3} ตามลำดับ

4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดินและผักกระเฉด

การหาความสัมพันธ์จะต้องมีการแจกแจงข้อมูลก่อนตาม (ภาคผนวก ง) โดยตรวจสอบว่าข้อมูลที่นำมาหาความสัมพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติหรือแจกแจงแบบไม่ปกติ การหาความสัมพันธ์ครั้งนี้จากการตรวจสอบพบว่า มีการแจกแจงแบบปกติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดิน และผักกระเฉด ดังแสดงในตารางที่ 20-22

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำ โครเมียมในตะกอนดินและโครเมียมในผักกระเฉด

กลุ่มตัวอย่าง	ปริมาณโครเมียมในผักกระเฉด (N=30)	
	r	P-value
น้ำทั้งหมด	.059	.757
ตะกอนดินทั้งหมด	-.128	.500

จากตารางที่ 20 พบว่า ปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดินและผักกระเฉด ไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (r = .059 ; P-value =.757 , r = -.128 ; P-value = .500)

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำ และโครเมียมในตะกอนดิน

กลุ่มตัวอย่าง	ปริมาณโครเมียมในตะกอนดิน (N=54)	
	r	P-value
น้ำทั้งหมด	-.789	.000

จากตารางที่ 21 พบว่า ปริมาณโครเมียมในน้ำและตะกอนดิน มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ด้วยความเชื่อมันที่ 95 % (r = -.789; P-value = .000)

ตารางที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดินในบ่อผักกระเฉด

กลุ่มตัวอย่าง	ปริมาณโครเมียมในผักกระเฉด (N=30)	
	r	P-value
น้ำในบ่อผักกระเฉด	-.333	.112
ตะกอนดินในบ่อผักกระเฉด	.225	.289

จากตารางที่ 22 พบว่า ปริมาณโครเมียมในน้ำ ตะกอนดินในบ่อผัก และผักกระเฉด ไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (r = -.333 ; P-value = .112 , r = .225 ; P-value = .289)