

РАЗДЕЛ 5. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 543.83/.832

М. Алтансүх

аспирант,

Институт международных отношений

Монгольской Академии Наук,

г. Улан-Батор, Монголия

Б. Амарсанаа

доктор экономических наук, доцент,

Институт международных отношений

Монгольской Академии Наук,

г. Улан-Батор, Монголия,

e-mail: davaasuren13@yahoo.com

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИЗ ПОЧВЫ ДЛЯ СБОРА УРОЖАЯ

Аннотация. В условиях Восточного региона в 2019–2021 годах проведены научно-исследовательские работы по определению влияния удобрений на урожайность сортов кукурузы путем расчета коэффициента использования питательных веществ из почвы по урожайности семян и зеленой массы. В работе представлено исследование влияния различных удобрений на урожайность кукурузы двух сортов: Канадский сорт GG-5179 и Китайский сорт Синкен-9.

Ключевые слова: Монголия, кукуруза, минеральные удобрения, урожайность, азот.

М. Altansukh

PhD Student,

Institute of International Relations

of the Mongolian Academy of Sciences,

Ulaanbaatar, Mongolia

В. Amarsanaa

D.Sc. in Economics, Associate Professor,

Institute of International Relations

of the Mongolian Academy of Sciences,

Ulaanbaatar, Mongolia,

e-mail: davaasuren13@yahoo.com

CALCULATION OF THE COEFFICIENT OF NUTRIENTS USED FROM THE SOIL FOR HARVESTING

Abstract. In the conditions of the Eastern region in 2019–2021, scientific research was carried out to determine the effect of fertilizers on the yield of corn varieties by calculating the coefficient of nutrient utilization from the soil based on seed yield and green mass. The paper presents a study of the effect of various fertilizers on the yield of two varieties of corn: the Canadian variety GG-5179 and the Chinese variety Sinken-9.

Keywords: Mongolia, corn, mineral fertilizers, productivity, nitrogen.

Введение. Цель исследования состоит в том, чтобы рассчитать влияние внесения удобрений и коэффициента использования почвой питательных веществ на урожайность ранних сортов кукурузы (*zea mais*).

В Восточном регионе Монголии кукурузу сортов Канадского GG-5179 и Китайского Синкен-9 высаживают на кормовой делянке размером 70х30 см без полива на глубину 5 см на срок V/20.

В опыте комплексное удобрение (N20P10K10) используется в следующих вариантах: 1) контроль — без удобрений; 2) внесение (N20P10K10) — 20 кг/га; 3) внесение (N20P10K10) — 40 кг/га; 4) внесение (N20P10K10) — 60 кг/га.

Опыт имеет 4 повторения, размер одного поля зоны опыта 2 х 3 м или 6 м².

Результаты исследований

1. Влияние площади питания и внесения удобрений на структурные показатели урожайности сортов кукурузы.

Одним из основных параметров качества продукции из сортов кукурузы являются ее показатели. Эти параметры определяются генотипом растения. Говорят, что на формирование шишек влияет состояние минерального питания кукурузы (Адаев Н. Л., 2016; Шмалько И. А., 2006; Прохода В. И.).

По нашим исследованиям, средняя длина початок у сорта Синкен-9 составила 18,5 см, число рядов — 12,4, количество семян в ряду — 30,3, общее количество семян — 375,1, тогда как у ГГ-5179 составила 18,3 см, 14,3 см, 27,3 см и 389,1 см. Исследования Монхжаргала и Б. Амарсанаа в Центральном регионе: длина початок — 3,5 см, количество рядов — 2,6, количество семян в ряду — 11,2, общее количество семян — 247,4, при этом сорта ГГ-5179 была меньше на 4,4 см, 3,4, 12,4, и 313,6 соответственно.

При изучении корреляции параметров початок с урожайностью количество семян в ряду сильно коррелировало ($r=0,91$) с урожайностью.

Общая масса семян и масса 1000 семян початок составила 79,3 г, масса 1000 семян сорта Синкен-9 — 79,3 г и масса 1000 семян сорта ГГ-5179 — 68,1 г и 208,1 г соответственно.

При внесении удобрений масса сорта Синкен-9 увеличилась на 7,4 г и 13,4 г, а масса сорта ГГ-5179 — на 15,0 г и 3,0 г соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики початок сортов кукурузы (2019–2021 гг.)

№	Сорт	Варианты кг/га	Дли- на, см	Число рядов, шт.	Число зерён в ряду, шт.	Общее количе- ство семян, шт.	Вес семян початок, г	Мас- са семян 1000 г	Количе- ство полностью созревших початок, шт.
1	Син- кен-9	Контроль без удобре- ний	17,9	12,7	29,1	368,6	79,3	214,7	1,8
		НРК20	18,7	12,7	29,3	370,5	82,5	221,8	2
		НРК40	19	12,7	30	380	87,2	228,5	2,1
		НРК60	19,2	12,7	30,4	384,2	90,4	233,9	2,2
2	GG- 5179	Контроль без удобре- ний	18,3	14	23	322,5	68,1	208,1	1,8
		НРК20	19,1	13,3	25,8	341,3	71,3	206,8	1,9
		НРК40	19,1	14,7	28	410,3	85,8	209,4	2
		НРК60	19,1	14,7	29	426,3	91,4	216,4	2,1
	Фактор С НСР ₀₅		98	48	2778		1087	6870	2,28

Фактор: С — удобрений.

В связи с этим Глуховченко А. Ф. (2010–2012 гг.) изучал массу семян шишек в неоплодотворенном варианте — 122 г, а массу 1000 семян — 290,7 г. При внесении удобрений N130P130K130+N100 кг/га она увеличивалась до 123,2 г и 295,2 г, при этом по данным В. Н. Багринцевой, И. А. Шмалько (2006 г.) масса одного шишковидного семени на фоне N60 составляла 135 г, а при внесении удобрения дозу увеличили до N60K60, она составила 146 г, выросла до d. Наш опыт согласуется с результатами и закономерностями вышеупомянутого исследования [3].

При уменьшении количества початок в продукте снижается урожайность, а на качество кукурузной продукции влияют влажность почвы и толщина растений. (В. Н. Багринцева, 2015 г.) [4].

Но по нашим исследованиям, количество шишек в продукте составило 1,8 шт. у неудобренного варианта Синкен-9 и 1,8 шт. у неудобренного варианта сорта ГГ-5179. Внесение удобрений больше контроля на 0,1–0,4 шт. в каждом варианте (см. табл. 1).

По сравнению с исследованиями, проведенными исследователем О. Мунхжаргалом (2015–2016 гг.) в Восточном регионе (количество шишек на растении у сорта Синкен-9 — 1, у сорта ГГ-5179 — 1). больше на 1,1 шил. соответственно [1].

При уменьшении площади питания и увеличении густоты растений число початок на растении уменьшается, при этом количество початок на растении увеличивается в среднем на 0,2–0,3 шт по сравнению с неудобренным вариантом. В связи с этим при посадке по схеме русского исследователя Н. С. Возыкина

70 x 70 см на одно растение сорта Днепровский-56 в среднем образовывалось 1,5 початка, 70 x 35 см — 1,1, 70 x 23 см — 0,7, 70 x 17 см — 0,2 початка. Научные сотрудники (Семина С. А., Анохина Е. К., 2013 г.) в черноземе Пензенской области России получили те же результаты, что и наших исследований, которые согласуются с данными о том, что количество початков на 100 растений увеличилось на 8 при внесении удобрения N120P104K60.

При рассмотрении корреляции между параметрами початков и урожайностью масса семян сильно коррелировала с урожайностью ($r=0,76$).

2. Влияние урожайности семян и зеленой массы сортов и внесения удобрений.

На формирование урожая кукурузы влияют многие экологические, генетические и агротехнические факторы. Исследователь Б. Аюурзана (1972 г.) установил, что кукурузу можно выращивать из семян, если применить подходящие агрооперации путем подбора скороспелых сортов в долине реки Халх, где вегетационный период относительно продолжительный и теплообеспеченность достаточна. По его исследованиям при посадке 20 мая получена урожайность семян 27,8 т/га. Также, по результатам исследований исследователя О. Монхжаргала (2015 г.), в Восточном регионе Монголии сорт Синкен-9 дал урожайность 32,0 т/га, а сорт ГГ-5179 — 31,7 т/га [1].

В табл. 2 показана Урожайность семян сортов кукурузы (2019–2021 гг.).

Таблица 2

Урожайность семян сортов кукурузы (2019–2021 гг.)

№	Сорт	Варианты кг/га	По урожайности семян			
			2019	2020	2021	средний
1	Синкен-9	Контроль без удобрений	32,1	32,5	28,2	30,9
		NPK20	43,6	39,3	41,9	41,6
		NPK40	46,4	43,5	52,5	47,5
		NPK60	52,4	54,9	60,0	55,7
2	GG-5179	Контроль без удобрений	30,7	22,0	29,2	27,3
		NPK20	35,0	23,3	38,2	32,1
		NPK40	43,2	36,0	41,5	40,2
		NPK60	51,3	47,4	55,9	51,5
	Фактор С НСР ₀₅				369	

Фактор: С удобрений.

Однако, по нашим исследованиям, из табл. 2 видно, что у безудобренного варианта сорта Синкен-9 урожайность составила 30,9 ц/га, а при внесении удобрений урожайность вариантов увеличилась на 10,7–24,8 ц/га, причем наибольшая урожайность составил NPK60 ц/га, при урожайности 55,7 ц/га. Это было на 8,2–24,8 ц/га больше, чем у других вариантов.

С другой стороны, у неудобренного варианта GG-5179 урожайность составила 27,3 т/га, а урожайность удобренного варианта — 4,8–24,2 т/га. Вариант

НРК60 ц/га имел самую высокую урожайность — 51,5 ц/га, что на 11,3–24,2 ц/га больше, чем остальные варианты. Кукуруза очень чувствительна к удобрениям, и при увеличении дозы удобрений наблюдается повышение урожайности. Исследователи В. Н. Багринцева и И. Н. Ивашененко (2020 г.) отмечают, что норма внесения азотных удобрений сильно влияет на урожайность семян кукурузы [4]. В связи с этим в Ставропольском районе России урожайность семян гибрида Машук 170 МВ при посадке без внесения удобрений составила 2,90 т/га, а при внесении удобрений N90P60P60 кг/га — 3,3 т/га (С. В. Никитин, 2012 г.). Также в Западной Сибири (И. Ф. Храмцов, Н. А. Пунда, 2007 г.) при выращивании кукурузы в севообороте без внесения удобрений в течение 3 лет урожайность семян составила 3,07 т/га, а при внесении удобрений N60P60 кг/га — 3,55 т/га и 0,48 т/га или была 16 % прибавка урожайности [5].

В Техасе, США (В. W. Hipp, В. J. Simpson, 1988 г.), за 25 лет выращивания кукурузы без севооборота средняя урожайность семян составила 2,06 т/га при использовании без удобрений и 2,74 т/га при удобрении N45P45.

Результаты этих исследований подтверждают результаты нашего исследования, а при рассмотрении взаимосвязи минеральных удобрений и урожайности семян кукурузы наблюдается сильная корреляция между применением удобрений и урожайностью ($r=0,99$).

Кроме того, В. Н. Багринцева и И. Н. Ивашененко (2020 г.) установили, что урожайность семян зависит как от нормы внесения удобрений, так и от погоды. Например, при удобрении гибрида кукурузы Машук 185 МВ максимальная урожайность составила 7,91 т/га в 2015 г. при относительно благоприятной погоде, 8,90 т/га в наиболее благоприятном 2016 г. и 5,71 т/га в засушливом 2017 г.

По нашим исследованиям (2019–2021 гг.) количество осадков в 2019 г. составило 28,3 мм, в 2020 г. — 87,2 мм, в 2021 г. — 84,3 мм по сравнению со средним многолетним значением. В нашем исследовании при этом разницы урожайности не наблюдалось. (см. табл. 2).

В табл. 3 показана урожайность зеленой массы сортов кукурузы, ц/га (2019–2021 гг.)

Таблица 3

Урожайность зеленой массы сортов кукурузы, ц/га (2019–2021 гг.)

№	Сорт	Варианты кг/га	По урожайности зеленой массы ц/га			
			2019 г.	2020 г.	2021 г.	средний
1	Синкен-9	Контроль без удобрений	178,0	186,3	115,0	159,7
		НРК20	233,1	223,5	160,2	205,6
		НРК40	246,0	258,8	216,8	240,5
		НРК60	304,4	317,7	232,4	284,8
2	GG-5179	Контроль без удобрений	175,9	160,4	147,6	161,3
		НРК20	210,5	188,9	173,2	190,9
		НРК40	213,1	190,9	186,2	196,7
		НРК60	288,5	243,1	237,6	256,4

Из табл. 3 видно, что наибольшая средняя урожайность у сорта Синкен-9 NPK60 составила 284,8 ц/га, что на 44,3–125,1 ц/га больше, чем у остальных вариантов, а наименьшая урожайность — 159,7 ц/га на безудобренном варианте. Однако урожайность варианта NPK60 сорта GG-5179 составила 256,4 ц/га, что на 59,7–95,1 ц/га больше, чем у остальных вариантов, а наименьшая урожайность составила 161,3 ц/га у безудобренного варианта. Вариант NPK60 лучше варианта с удобрениями, а урожай зеленой массы также увеличивается при увеличении дозы удобрений.

Если посмотреть на корреляцию и положительное влияние удобрений на урожайность кукурузы, то внесение удобрений оказывает очень положительное влияние на урожай зеленой массы ($r=0,81$), F факт $> F$ теоретически: $4,4 > 1$.

В связи с этим в Беларуси при внесении удобрений N120P60K120 кг/га (фон) урожайность зеленой массы кукурузы составляет 567 т/га, при внесении фон+20 т/га навоза — 622 т/га, а при внесении навоза фон+20 т/га — 622 т/га. При внесении фон+биогумус 5 т/га, урожайность составила 632 т/га, при 65 т/га в сценарии использования фон+60 т/га навоза. (Т. Н. Мартинчик, Е. Г. Сапалева, 2009 г.).

Также при изучении влияния жидких и сухих органических удобрений на зеленую массу кукурузы она увеличилась на 67–201 ц/га до 490–624 ц/га в безудобренном варианте и 490–624 ц/га в безоплодотворенный вариант. Максимальная урожайность составила 624 т/га при использовании 200 т/га навоза (Л. Н. Иовик, Т. М. Серая, 2015 г.).

По данным исследования, проведенного в Курганской области России (Н. В. Ионина, О. В. Волынкина, А. Н. Копылов, 2019 г.), кукуруза показала высокую реакцию на азотные удобрения, урожай зеленой массы увеличился в среднем на 65–136 ц/га соответственно.

3. Коэффициент использования питательных веществ при сборе кукурузы из почвы.

Советский учёный (Д. Н. Прянишников) рассчитал использование питательных веществ из почвы культурными растениями. Коэффициент использования удобрений в первый год у всех культурных растений составляет N 50–90 %, P_2O_5 10–20 %, K_2O 60–100 %.

В табл.4 приведен коэффициент использования питательных веществ при выходе семян из почвы.

В наших исследованиях утилизация азота из почвы была самой высокой 76,6 % у варианта NPK40 кг/га сорта Синкен-9 и 30,2 % у неудобренного варианта, при среднем значении 53,3 у сорта GG-5179 NPK60 кг/га. Самый высокий или 45,5 %, а самый низкий в неудобренном варианте 26,3 %, средний показатель составил 37,9 %.

Использование фосфора было самым низким (17,9 %) у версии без удобрений Sinken-9 и самым высоким у версии NPK60 кг/га со средним значением 29,6 %, тогда как самый низкий показатель у версии NPK60 кг/га у GG-5179 составлял 42,1 %, а самый низкий 25,8 % и средний 32,1 %.

Таблица 4

Коэффициент использования питательных веществ при выходе семян
из почвы, (%)

№	Сорт	Варианты кг/га	По урожайности семян т/га	Дополнительный доход		По урожайности семян (%)		
				тн/га	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Синкен-9	Контроль без удобрений	3,09			30,2	17,9	22,4
		NPК20	4,16	1,07	34,5	45,3	27,7	32,2
		NPК40	4,75	1,66	53,5	76,6	32,8	35,0
		NPК60	5,57	2,48	80,2	61,6	40,1	43,9
2	GG-5179	Контроль без удобрений	2,73			26,3	25,8	20,1
		NPК20	3,21	0,48	17,7	40,2	30,4	27,4
		NPК40	4,02	1,29	47,3	39,7	30,1	28,9
		NPК60	5,15	2,42	88,7	45,5	42,1	36,8

Утилизация калия была самой высокой — 43,9 % в варианте NPК60 кг/га Синкен-9, самая низкая — 22,4 % и средняя — 33,3 % в неудообренном варианте. Самый низкий показатель составил 20,1 % у неудообренного варианта GG-5179, самый высокий — 36,8 % у варианта NPК60 кг/га, средний — 28,3 %. Между вариантами имеется разница в коэффициенте использования питательных веществ: из почвы использовано 39,8 % азота, 30,8 % фосфора и 29,3 % калия, что аналогично результатам исследований Прянишникова и Федоровского. (см. табл. 4).

В табл. 5 показан коэффициент использования питательных веществ в сборе зеленой массы из почвы.

Таблица 5

Коэффициент использования питательных веществ в сборе зеленой массы
из почвы, (%)

№	Сорт	Варианты кг/га	По урожайности зеленой массы т/га	Дополнительный доход		По урожайности зеленой массы (%)		
				тн/га	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Синкен-9	Контроль без удобрений	15,97			22,2	15,4	18,7
		NPК20	20,56	4,59	28,70	32,0	22,8	25,6
		NPК40	24,05	8,08	50,56	55,5	27,7	28,6
		NPК60	28,48	12,51	78,31	44,9	34,1	36,2
2	GG-5179	Контроль без удобрений	16,13			22,2	25,4	19,2
		NPК20	19,09	2,96	18,32	34,1	30,1	26,2
		NPК40	19,67	3,54	21,94	27,7	24,5	22,8
		NPК60	25,64	9,51	58,94	32,3	34,9	29,5

Следует отметить, что по использованию азота в зеленой массе кукурузы самый высокий показатель NPK40 кг/га у сорта Синкен-9 составляет 55,5 %, самый низкий — 22,2 % у неудобренного варианта, средний — 38,6 %. Самый низкий показатель составил 22,2 %, а средний показатель составил 29,0 %.

Утилизация фосфора у неудобренной версии Синкен-9 самая низкая 15,4 %, самая высокая версия NPK60 кг/га — 34,1 %, средняя — 25 %, а самая высокая NPK60 кг/га версия GG-5179 — 34,9 %, самый низкий вариант NPK40 кг/га составил 24,5 %, а средний — 28,7 %.

Использование калия у сорта Синкен-9 NPK60 кг/га самое высокое — 36,2 %, самое низкое — 18,7 % у неудобренного варианта, среднее — 27,2 %, а самое низкое — 19,2 % у неудобренного варианта сорта ГГ-5179, а самая высокая — 29,5 % в варианте NPK60 кг/га, средняя — 24,4 %. В среднем от зеленой массы использовали 33,8 % азота, 26,8 % фосфора и 25,8 % калия. Использование питательных веществ ниже у неоплодотворенных версий.

В связи с этим в результате 101 опыта, проведенного исследователями (Г. П. Дзюин и А. Г. Дзюин) в Удмуртии, Россия, установлено, что коэффициент использования питательных веществ, теряемых культурами из минеральных удобрений и почвы, зависит от дозы удобрений и от их содержания в почве [6].

Заключение

1. По урожайности семян вариант Синкен-9 с NPK60 ц/га дал урожай 55,7 т/га и был выше остальных вариантов на 8,2–24,8 ц/га.

2. По урожайности зеленой массы вариант Синкен-9 NPK60 ц/га дал урожай 284,8 ц/га и был на 44,3–125,1 ц/га выше остальных вариантов.

3. Использование питательных веществ из почвы при формировании семенного урожая кукурузы составило 17,9–76,6 %. Однако использование питательных веществ из почвы при формировании зеленой массы посевов составляет 15,4–55,5 %.

Список использованной литературы

1. Аюрзана Б. Результаты изучения сортов кукурузы и апробации некоторых агротехнических приемов в степной зоне реки Халх: отчет о научной работе, работа № 1 / Б. Аюрзана. — Дорнод, Халхгол, 1972. — С. 94–104.

2. Глуховченко А. Ф. Агрохимическое обоснование продуктивности кукурузы на зерно при разных дозах удобрений и способах обработки почвы / А. Ф. Глуховченко. — Белгород, 2019. — С. 69–102.

3. Багринцева В. Н. Число зерен в початках кукурузы в зависимости от погодных условий и агротехники / В. Н. Багринцева // Российская сельскохозяйственная наука. — 2015. — № 3. С. 10–12.

4. Багринцева В. Н. Влияние доз азотного удобрения на урожайность гибридов кукурузы (*Zea mays* L.) / В. Н. Багринцева, И. Н. Ивашенко // Агрохимия. — 2018. — № 1. — С. 13–18.

5. Храмцов И. Ф. Эффективность удобрений при возделывании кукурузы на зерно на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири / И. Ф. Храмцов, Н. А. Пунда // Земледелие и растениеводство. — 2012. — № 3. — С. 24.

6. Дзюин, Г. П. Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений, навоза и почвы культурами севооборота / Г. П. Дзюин, А. Г. Дзюин // Международный журнал экспериментального образования. — 2016. — № 5-1. — С. 83–90.