

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ПОВТОРНОМ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИИ

Г. Н. КУРКИНА, Д. Н. ВОЛОДЬКИН, Н. С. СТЕПАНЕНКО

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: kurkina_izis@mail.ru

(Поступила в редакцию 22.06.2021)

Реализовать свой высокий генетический потенциал продуктивности кукуруза может лишь при полной обеспеченности растений основными элементами минерального питания. Однако, в связи с бедностью дерново-подзолистых почв питательными веществами, удобрения играют здесь решающую роль. Поэтому несмотря на то, что применению удобрений нет альтернативы, главным остается эффективное, ресурсосберегающее и экономически выгодное их использование.

Исследованиями установлено, что внесение высоких доз карбамида (90 кг/га д. в. и более) в предпосевную культивацию в неблагоприятные для прорастания семян кукурузы годы может приводить существенному снижению их полевой всхожести и, как следствие, урожайности. В опытах выявлено, что на связнотупесчаной почве при среднем содержании 193 мг/кг P₂O₅ и 276 мг/кг K₂O, повторное размещение кукурузы и внесение в первый год 60 т/га подстилочного навоза КРС после уборки этой культуры на зерно и внесение во второй год карбамида сверх 90 кг/га не приводило к росту урожайности. На фоне без запашки кукурузной соломы, когда эта культура была убрана на силос, отмечается небольшой прирост урожая с увеличением дозы азота.

На основании проведенных исследований наиболее урожайный вариант (108,6 ц/га) при возделывании кукурузы на зерно – N₃₀₊₆₀P₀K₄₅ на фоне запашки соломы. Несущественно уступили ему (на 0,9–4,9 ц/га): N₆₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀P₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₉₀, тогда как на фоне уборки кукурузы на силос лучшими были только первые три варианта с дробным внесением азота, где сбор зерна составил 105,1–106,3 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, листостебельная масса, минеральные удобрения, полевая всхожесть, сухое вещество, урожайность.

Maize can realize its high genetic productivity potential only when the plants are fully supplied with the basic elements of mineral nutrition. However, due to the low content of nutrients in sod-podzolic soils, fertilizers play a decisive role here. Therefore, despite the fact that there is no alternative to the use of fertilizers, the main thing is their efficient, resource-saving and economically beneficial use.

Studies have established that the introduction of high doses of urea (90 kg / ha of acting agent and more) into pre-sowing cultivation in years unfavorable for the germination of corn seeds can lead to a significant decrease in their field germination and, as a result, yield. The experiments revealed that on a cohesive sandy soil with an average content of 193 mg / kg of P₂O₅ and 276 mg / kg of K₂O, the re-placement of corn and the introduction in the first year of 60 t / ha of bedding cattle manure after harvesting this crop for grain and the introduction of urea in the second year over 90 kg / ha did not lead to an increase in yield. Against the background of no plowing of corn straw, when this crop was harvested for silage, there is a slight increase in yield with an increase in the nitrogen dose.

Based on the studies carried out, the most productive option (10.86 t / ha) for the cultivation of corn for grain is N₃₀₊₆₀P₀K₄₅ against the background of plowing of straw. The following options were insignificantly inferior to this (by 0.09–0.49 t / ha): N₆₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀P₀K₉₀ and N₉₀P₆₀K₉₀, while against the background of maize harvesting for silage, only the first three options with fractional nitrogen application were the best, where grain yield amounted to 10.51–10.63 t / ha.

Key words: corn, leaf-stem mass, mineral fertilizers, field germination, dry matter, productivity.

Введение

Количество и качество получаемого урожая сельскохозяйственных культур во многом зависит от применяемых минеральных и органических удобрений [1, 2]. В результате сокращения применения органических удобрений в пахотных землях Беларуси в большинстве районов отмечается снижение содержания фосфора, калия и гумуса [3]. Запашка соломы возделываемых культур может стать альтернативой солоmistому навозу. Солома без остатка повторно включается в круговорот минерального и органического питания растений для формирования новой биомассы [4]. По накоплению в почвах гумуса запашка 1 т соломы зерновых с компенсирующей дозой азота 10 кг равноценна 3,5 т условного навоза [5]. По данным проведенных исследований, при урожайности зерна кукурузы 100 ц/га на поле остается 7 т сухого вещества кукурузной соломы. С этим количеством в почву возвращается в среднем 80 кг азота, 35 кг фосфора, 115 кг калия и поступает 6,7 т/га органического вещества [6]. В среднем 85 % заделанной в почву соломы минерализуется до углекислоты, воды и минеральных элементов и 15 % гумифицируется [7], а гумус является доминантным компонентом почвенного плодородия, определяющего продуктивность агробиоценозов [8]. Основная часть калия (82–92 % от исходного содержания), 40–59 % фосфора и 8–31 % азота высвобождаются из соломы уже осенью. В течение года калий высвобождается на 95–99 %, фосфор – на 70–90 %, азот – всего на 50–60 % [6].

При запашке соломы рассматривают и экологический аспект, который заключается в том, что увеличение дозы соломы, вносимой в почву, повышает и уровень размножения микроорганизмов, осо-

бенно анаэробных азотфиксаторов р. *Clostridium*. Кроме того, некоторые авторы отмечают усиление связывания азота атмосферы азотфиксирующими организмами, что приводит к существенному обогащению почвенного слоя соединениями азота, а это, в свою очередь, обуславливает положительное воздействие соломы на сельскохозяйственные культуры и повышает их урожайность [9].

Основная часть

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,62 % гумуса, 193 мг Р₂О₅ и 276 мг/кг К₂О, рН 6,11.

Предшественник – кукуруза, под которую вносили 60 т/га навоза КРС. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Посев гибридом Колизей осуществлялся 3 мая в 2018 г., 18 апреля в 2019 г., 21 апреля в 2020 г., всходы отмечены 11.05 в 2018 г., 10.05 в 2019 г. и 18.05 в 2020 г. Норма высева – 90–100 тыс. семян/га. Способ сева: широкорядный, ширина междурядий 70 см. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялся гербицид Люмакс в дозе 3,5 л/га. Площадь опытных делянок 30 м². Повторность четырехкратная. Схема опыта включала 10 вариантов внесения минеральных удобрений под кукурузу, убранной на зерно с последующей запашкой соломы и на силос с использованием на эти цели всей вегетативной части урожая. Исследования выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой и кормовыми культурами [10, 11].

Температурные условия в 2018 г. оказались очень благоприятными для роста и развития кукурузы на протяжении всего вегетационного периода. Во второй и третий летние месяцы, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, наблюдалось достаточное выпадение осадков, поэтому критический период также проходил в благоприятных условиях.

Погодные условия 2019 г. также складывались благоприятно для формирования высокого урожая. Отличительной особенностью данного года являются ранние осенние морозы (– 2 °С в ночь на 24 и 25 сентября), после которых длительное время была холодная и дождливая погода. В результате морозов листовая поверхность растений полностью погибла.

Существенный и продолжительный недостаток тепла в 2020 г. привел к увеличению довсходового периода и задержке начального развития растений. Погода в июне и июле благоприятствовала хорошему росту и развитию кукурузы. В августе температура воздуха превысила норму на 0,8 °С, однако две первые засушливые декады сдержали активный прирост початков. В целом, развитие растений кукурузы отставало по сравнению с прошлым годом, но близко к среднемноголетним показателям.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2018 г. составила 1145 °С, в 2019 г. – 981 °С, в 2020 – 933 °С при норме 822 °С. С мая по сентябрь в 2018 году по данным метеостанции Борисов выпало осадков 297 мм, в 2019 г. – 384 мм и в 2020 г. – 420 мм при норме 370 мм.

Различные способы размещения удобрений создают неравнозначные условия для прорастания семян и появления всходов. При высокой концентрации солей почвенного раствора в результате высоких доз азота может наблюдаться задержка с появлением всходов или их изреживание [12]. Наши исследования также показали, что погодные условия в совокупности с хорошо растворимыми в воде и подвижными в почве азотными и калийными удобрениями, внесенными непосредственно перед севом кукурузы, оказывают существенное влияние на полевую всхожесть семян. Очень негативно сказывается высокая концентрация азота в момент прорастания семян. Рассмотрим это на примере 2019 и 2020 г. В 2019 г. сев кукурузы был осуществлен 23 апреля, в 2020 г. – 21 апреля. Довсходовый период в первом случае составил 22 суток, во втором – 27 суток при среднесуточной температуре воздуха 12,2 °С и 10,3 °С соответственно. Длительный довсходовый период в 2019 г. связан не с температурой воздуха, а дефицитом влаги в верхнем слое почвы, поскольку при такой температуре всходы кукурузы обычно появляются через 15 суток. Согласно [13] уравнение регрессии имеет следующий вид: $y = 0,1946x^2 - 6,7989x + 68,345$, где y – продолжительность периода от сева до всходов в сутках, x – среднесуточная температура воздуха за этот период. Что касается осадков, то в апреле их практически не было (0,4 мм), а 5 мая выпало 56,1 мм. Это только ускорило рост проростков и появление всходов 10 мая. По этой причине полнота всходов оказалась высокой на уровне 92,9–95,5 %. На этот показатель не влияли как внесенные перед севом минеральные удобрения, так и кукурузная солома, запаханная осенью. В 2020 г. при севе 21 апреля вся третья декада оказалась холоднее нормы на 0,8 °С при среднесуточной температуре 8,6 °С, что не способствовало даже прорастанию семян. Небольшое потепление до среднемноголетних значений (11,3 °С) наступило в первой декаде мая после того, как в первый день месяца выпало 28,9 мм осадков (на 70 % больше нормы). Затем во второй декаде мая вернулась холодная погода с недобором тепла 4,4 °С в сутки по отношению к норме. Дли-

тельное появление всходов в холодной и влажной почве привело к резкому падению полевой всхожести семян в вариантах с внесением перед севом азотных и калийных удобрений. Коэффициент корреляции между суммой действующих веществ этих удобрений и полевой всхожестью семян составил – 0,82. Более негативно на этот показатель действовали азотные удобрения (мочевина), где $r = -0,96$. По калийным удобрениям (хлористый калий) $r = -0,28$. Самая низкая полевая всхожесть семян отмечена при внесении максимальной дозы азота (150 кг/га) – 55,9–63,1 %, в то время как на контроле без внесения удобрений полевая всхожесть семян составила 92,3–93,4 %. Высокий показатель отмечен и в варианте внесения перед севом 30 кг азота и 45 кг/га калия (табл. 1).

Решение проблемы полевой всхожести семян при внесении высоких доз азота перед севом кукурузы возможно за счет увеличения временного промежутка между этими двумя операциями. Так, гибрид Колизей из этой же партии семян, посеянный 22 апреля, показал полевую всхожесть 95 % при внесении мочевины в дозе 140 кг/га д.в. азота 6 апреля под первую весеннюю обработку почвы (дискование).

Таблица 1. Действие удобрений на полевую всхожесть семян кукурузы при повторном возделывании, %

Вариант внесения удобрений (фактор А)		Фон (фактор В)			
под предпосевную культувацию	в фазу 6–7 листьев в разброс	С запашкой соломы (уборка на зерно)		Без соломы (уборка на силос)	
		2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Контроль без удобрений		93,0	92,3	93,3	93,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀		92,9	77,6	94,1	76,7
N ₉₀ P ₀ K ₉₀		93,4	75,1	94,0	77,5
N ₉₀ P ₀ K ₀		94,5	81,3	93,4	76,9
N ₉₀ P ₀ K ₄₅		93,8	79,6	94,1	76,8
N ₃₀ P ₀ K ₄₅	N ₆₀	94,3	92,7	94,2	93,9
N ₁₂₀ P ₀ K ₄₅		93,8	67,2	92,6	66,6
N ₆₀ P ₀ K ₄₅	N ₆₀	93,2	88,0	95,5	88,2
N ₁₅₀ P ₀ K ₄₅		94,2	63,1	94,0	55,9
N ₉₀ P ₀ K ₄₅	N ₆₀	94,7	77,0	92,2	76,9
Среднее		93,8	79,4	93,7	78,3
НСР ₀₅ АВ		2,3	5,3		
А (вариант)		1,6	3,8		
В (фон)		0,7	1,7		

Учет урожая в среднем за 3 года показал, что сбор сухого вещества початков в контрольном варианте на фоне заправки соломы составил 86,1 ц/га, на удобренных минеральными удобрениями – 99,5–109,6 ц/га.

На фоне уборки кукурузы на силос урожайность початков в контроле на 5,2 ц/га ниже. В вариантах с применением минеральных удобрений она возросла до 97,3–108,1 ц/га. Средняя по вариантам урожайность сухого вещества початков на фоне использования соломы кукурузы составила 102,8 ц/га, без нее – 100,6 ц/га (разница незначительная), листостебельной массы (ЛСМ) – 73,2 и 69,2 ц/га соответственно (разница существенная). Заправка кукурузной соломы во всех вариантах опыта также существенно повышала сбор сухого вещества в листостебельной массе. На фоне без заправки соломы 2 варианта (N₉₀P₀K₀, N₁₂₀P₀K₄₅) существенно уступили лучшему: N₃₀₊₆₀P₀K₄₅ + солома. По урожайности сухого вещества в початках существенно меньший показатель получен в вариантах с внесением в предпосевную культувацию N₉₀₋₁₅₀P₀K₄₅. На фоне убранной на силос предшествующей кукурузы к ним добавился еще N₉₀P₀K₀. В итоге, в среднем за 3 года общий сбор сухого вещества на фоне заправки соломы составил 176,3 ц/га, без нее – 169,5 ц/га, разница в 6,8 ц/га – существенная (НСР₀₅ = 5,2 ц/га). Все варианты внесения минеральных удобрений на обоих фонах существенно повышали урожайность сухого вещества данной культуры. На фоне заправки соломы прирост составил 18-27%, без нее – 22–36 %. Вместе с тем в число лучших по урожайности не вошли N₁₂₀₋₁₅₀P₀K₄₅ на обоих фонах и N₉₀P₀K₀ на фоне без соломы.

Опыт показал, что при повторном размещении кукурузы и внесении в первый год 60 т/га подстильного навоза КРС после уборки этой культуры на зерно внесение во второй год карбамида сверх 90 кг/га не приводило к росту урожайности сухого вещества. Так, средняя урожайность при такой дозе составила 180 ц/га, при 120 кг/га – 179 ц/га, 150 кг/га – 179,3 ц/га. На фоне без заправки кукурузной соломы, когда эта культура была убрана на силос, отмечается небольшой прирост урожая сухого вещества с увеличением дозы азота. Сбор сухого вещества в этом случае составил 172,9 ц/га, 173,8 ц/га и 175,2 ц/га соответственно. Вместе с тем, можно выделить 2 лучших варианта эффективного использования кукурузой на обоих фонах минеральных удобрений: N₃₀₊₆₀P₀K₄₅ и N₆₀₊₆₀P₀K₄₅. Данные рис. 2 показывают, что при высокой общей урожайности, эти варианты находятся в числе лучших по качественным показателям урожая. Доля початков без оберток в урожае зеленой массы

(ЗМ) здесь составляет 40,3–40,8 % при среднем показателе на всех других удобренных вариантах 39,9 %. Аналогичная картина отмечается и по доле початков в урожае сухого вещества (СВ): 58,8–59,2 % и 58,7 % соответственно. Дробное внесение азота способствует увеличению доли початков в урожае как зеленой массы (40,4 % против 39,7 %), так и сухого вещества (58,8 % против 58,4 %).

Средняя по вариантам урожайность зерна в 2018 г. кукурузы стандартной влажности составила 108,8 ц/га на фоне заправки соломой и 108,1 ц/га без нее (табл. 2). В 2019 г. заправка кукурузной соломой в среднем по всем вариантам обеспечила, существенную прибавку урожая зерна – 110,6 ц/га против 107,8 ц/га. В 2020 г. урожайность в среднем составила 85,6 ц/га с заправкой соломой и 81,4 ц/га при ее отсутствии. На фоне заправки соломой лучший результат, показали варианты с применением по 90 кг/га азота и калия и с дробным внесением 150 кг/га и 45 кг/га калия. Последний обеспечил наибольшую урожайность и на втором фоне без использования кукурузной соломой.

Таблица 2. Действие минеральных удобрений и кукурузной соломой на урожайность зерна, ц/га

Вариант опыта (А)	Фон 1 с заправкой соломой (В)				Фон 2 без заправки соломой (В)			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Контроль	94,4	89,6	71,4	85,1	87,6	84,5	68,0	80,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	110,4	111,3	89,3	103,7	109,9	109,7	89,1	102,9
N ₉₀ P ₀ K ₉₀	112,3	117,7	83,1	104,4	108,6	110,5	81,8	100,3
N ₉₀ P ₀ K ₀	110,9	109,1	85,9	102,0	105,0	108,3	80,7	98,0
N ₉₀ P ₀ K ₄₅	110,8	111,0	83,5	101,8	110,4	105,9	82,1	99,5
N ₃₀₊₆₀ P ₀ K ₄₅	110,4	114,4	101,1	108,6	110,9	109,7	94,7	105,1
N ₁₂₀ P ₀ K ₄₅	109,5	111,6	75,0	98,7	109,7	110,4	70,6	96,9
N ₆₀₊₆₀ P ₀ K ₄₅	109,4	111,7	102,0	107,7	111,8	111,4	94,7	106,0
N ₁₅₀ P ₀ K ₄₅	108,3	113,9	74,5	98,9	112,6	112,5	62,9	96,0
N ₉₀₊₆₀ P ₀ K ₄₅	111,6	115,9	90,4	106,0	114,3	115,3	89,4	106,3
Среднее	108,8	110,6	85,6	101,7	108,1	107,8	81,4	99,1
НСР ₀₅ АВ	5,9	6,6	9,1	7,3				
А	4,1	4,7	6,4	5,2				
В	1,9	2,0	2,8	2,3				

В 2018 г. все варианты внесения удобрений на фоне с заправкой соломой по влиянию на урожайность зерна были равноценными (108,3–112,3 ц/га). Наибольшее значение отмечено в варианте с применением по 90 кг/га азота и калия, а наименьшее – при разовом внесении в основную заправку 150 кг/га азота и 45 кг/га калия. На фоне без заправки кукурузной соломой, напротив, этот вариант, а также вариант с дробным применением такой же дозы азота показал самые лучшие результаты по урожайности зерна. В число лучших также вошли все другие варианты, за исключением N₉₀P₀K₀.

В 2019 г. самыми урожайными по зерну (115,9–117,7 ц/га) на фоне заправки соломой оказались те же варианты, что и в 2018 г.: N₉₀₊₆₀P₀K₄₅ и N₉₀P₀K₉₀. Однако существенное снижение этого показателя отмечено при только внесении N₉₀P₀K₀ и N₉₀P₀K₄₅. На фоне без соломой в число лучших вошли только 3 варианта: с дробным внесением 120 кг азота и дробным или разовым – 150 кг/га, где сбор зерна составил 111,4–115,3 ц/га.

В 2020 г. на фоне уборки кукурузы на зерно и использовании соломой как органического удобрения лучшими оказались варианты с дробным внесением азота, в сумме не превышающие 120 кг/га, урожайность зерна в них составила 101,1–102,0 ц/га. На фоне, где кукуруза убиралась на силос, к этим двум лучшим вариантам добавился вариант с дробным внесением 150 кг/га азота, где получено 89,4–94,7 ц/га зерна стандартной влажности.

В итоге, в среднем за 3 года на фоне уборки кукурузы на зерно с заправкой соломой средняя урожайность зерна повторной культуры равнялась 101,7 ц/га, а при уборке кукурузы на силос – на 2,6 ц/га меньше (при НСР₀₅ = 2,3 ц/га). Лучший вариант на первом фоне – N₃₀₊₆₀P₀K₄₅ с урожайностью 108,6 ц/га. Несущественно уступили ему (на 0,9–4,9 ц/га) варианты: N₆₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀₊₆₀P₀K₄₅, N₉₀P₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₉₀. В то же время на фоне уборки кукурузы на силос два последних варианта при повторном возделывании кукурузы показали существенно меньшую урожайность зерна, которая равнялась 100,3–102,9 ц/га.

Заключение

1. Внесение высоких доз карбамида (90 кг/га д.в. и более) в предпосевную культивацию в неблагоприятные для прорастания семян кукурузы годы может приводить существенному снижению их полевой всхожести и, как следствие, урожайности.

2. При повторном размещении кукурузы и внесении в первый год 60 т/га подстильного навоза

КРС после уборки этой культуры на зерно увеличение во второй год дозы внесения карбамида с 90 до 150 кг/га д.в. не приводит к росту урожайности сухого вещества, в то время как после кукурузы, убранной на силос, отмечается небольшой прирост урожая.

3. Наиболее урожайный вариант при возделывании кукурузы на зерно – $N_{30+60}P_0K_{45}$ на фоне заправки соломы. Тогда как на фоне уборки кукурузы на силос лучшими были варианты в дозе 90–150 кг/га с дробным внесением азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко, А. П. Влияние листовых и корневых подкормок на продуктивность кукурузы на зерно / А. П. Авдеенко, И. А. Авдеенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №11(42). – С. 44–46.
2. Семина, С. А. Густота растений и уровень минерального питания как факторы регулирования урожайности зерна кукурузы / С. А. Семина, И. В. Гаврюшина, Ю. А. Семина // Нива Поволжья. – 2018. – №3 (48). – С. 57–62.
3. Динамика плодородия пахотных почв Беларуси / И. М. Богдевич [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – №1(34). – С. 167–173.
4. Серая, Т. М. Влияние систем удобрения на баланс элементов питания и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т. М. Серая, Е. Г. Мезенцева, Е. Н. Богатырева, О. М. Бирюкова, Р. Н. Бирюков // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 1 (48). – С. 62–69.
5. Лапа, В. В. Плодородие почв и применение удобрений в Республике Беларусь / Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 668 с.
6. Лапа, В. Кукурузная солома в почвенном «меню» / В. Лапа, Т. Серая, Е. Богатырева // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 12. – С. 44–46.
7. Серая, Т. М. Гумус: источники воспроизводства / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 3(Агрономия). – С. 46–52.
8. Богатырева, Е. Н. Влияние органических удобрений на гумусное состояние дерново-подзолистой супесчаной почвы / Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, О. М. Бирюкова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2017. – №4. – С. 54–65.
9. Анохина, Т. А. Заправка соломы гречихи как элемент биологического земледелия / Т. А. Анохина, Р. М. Кадиров, Т. Г. Бардиян // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2009. – №2. – С. 62–67.
10. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.
11. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 155 с.
12. Кваша, А. В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на фуражное зерно в южной лесостепной и степной зонах западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А. В. Кваша. – Омск, 2016. – 156 с.
13. Влияние погодных условий на формирование урожая кукурузы в центральной части Беларуси / Н. Ф. Надточаев [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2020. – №6. – С. 7–12.