

ИЗУЧЕНИЕ АГРОЦЕНОЗОВ КУКУРУЗЫ В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**М. Ю. Михайлова, И. З. Шарафиева, Р. М. Низамов, Р. В. Миникаев,
Ф. Ш. Фасхутдинов**

Реферат. Исследования проводили с целью оценки продуктивности смешанных посевов кукурузы с другими культурами в Республике Татарстан. Работу выполняли в 2022–2023 года на серой лесной почве с содержанием гумуса 2,1%, подвижного фосфора – 151 мг/кг, калия – 121 мг/кг. Схема опыта предусматривала следующие варианты: фон питания (фактор А) – без удобрений, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$; структура посева (фактор В) – кукуруза (100%), кукуруза (50%) + горох (50%), кукуруза (50%) + соя (50%), кукуруза (50%) + вика (50%), кукуруза (33,3%) + вика (33,3%) + овес (33,3%), кукуруза (50%) + донник (50%). В качестве удобрения вносили азофоску (15:15:15) под предпосевную культивацию. Семена перед посевом смешивали согласно схеме опыта, исходя из рекомендуемых норм для чистых посевов культур: кукурузы – 80 тыс. шт./га, гороха – 1,2 млн. шт./га, сои – 750 тыс. шт./га, вики – 800 тыс. шт./га, овса – 5 млн. шт./га, донника – 6 млн. шт./га. Оптимальное соотношение высоты растений изучаемых смесей отмечали в вариантах кукуруза + горох, кукуруза + вика и кукуруза + вика + овес. Наибольшая в опыте надземная масса зафиксирована на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в фазе молочной спелости зерна кукурузы в смешанных посевах с горохом – 27,80 т/га. Самую высокую надземную массу второй культуры в смеси формировала соя на фонах $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{45}P_{45}K_{45}$ (по 4,60 т/га). Наиболее высокую урожайность зеленой массы обеспечило внесение $N_{45}P_{45}K_{45}$, дальнейшее увеличение нормы удобрений нецелесообразно. Самая высокая урожайность зеленой массы отмечена в посевах кукуруза + вика + овес (25,50 т/га) и кукуруза + соя (24,80 т/га).

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays*), смешанные посевы, высота растений, площадь листьев, надземная масса, урожайность зеленой массы.

Введение. Повышение продуктивности кормовых угодий – важнейший аспект для обеспечения животноводства высококачественными кормами [1]. Вследствие снижения доли зернофуражных культур, происходит перерасход концентрированных кормов [2]. Доля естественных кормовых угодий в структуре посевных площадей РФ ежегодно уменьшается и составляет 15,6%. Они сильно истощены и нуждаются в коренном улучшении. Высокие затраты на производство кормов, низкая урожайность кормовых культур, невысокое качество производимых кормов, несбалансированность их по питательным компонентам требуют разработки новых технологических приемов в решении возникших проблем в отрасли кормопроизводства [3, 4].

Кукуруза выступает одной из преобладающих культур в структуре посевных площадей кормового клина. Корма, изготавливаемые из кукурузы, включают в рационы крупного рогатого скота. Это и сочный силос, и питательная зеленая масса, и концентрированное зерно в свежем и плющеном виде [5]. Однако чистые кукурузные корма не насыщены белковыми компонентами. Поэтому особенно актуально изучить и подобрать наиболее оптимальное сочетание кукурузы с другими культурами [6, 7, 8]. Агроценоз кукурузы с соей обеспечивает формирование высоких урожаев зеленой массы от 63,25 т/га до 92,23 т/га в зависимости от сроков уборки [9]. Соевые компоненты в разы повышают белковость растительных кормов. При хорошей освещенности посевов выход бобового компонента в смешанных посевах кукурузы с соей повышается [10, 11].

Хорошо удается кукуруза в смеси с горохом. Содержание переваримого протеина в корме из этих культур составляет 221 г/корм. ед. Совместное выращивание обеспечивает стабильные ежегодные урожаи на уровне 40 т/га зеленой массы, благодаря разной реакции кукурузы и гороха на неблагоприятные условия [12, 13].

Для стабилизации урожайности кукурузы в совместном посеве с другими культурами необходимо обеспечить их элементами питания на протяжении всего периода вегетации [14, 15, 16].

Цель исследований – изучить особенности развития агроценозов кукурузы в чистых и смешанных посевах, выявить наиболее приемлемые варианты их смесей в условиях Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли в 2022–2023 года в Арском муниципальном районе Республики Татарстан на базе ООО «Агрокомплекс «Ак Барс». Почва опытного участка – серая лесная, содержание гумуса 2,1%, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 151 и 121 мг/кг, рН солевой вытяжки 5,1. Годы проведения исследований по метеорологическим условиям характеризовались как умеренно засушливые. В 2022 году в мае выпало 78,4 мм осадков, в июне – 19,3 мм. В июле их количество было близким к норме – 61,61 мм. В августе осадков не выпадало. Держалась жаркая, сухая погода. Температура была выше нормы на 4,2°C. При прорастании семян и в начальные периоды роста и развития культур в 2023 году выпало 47,9 мм осадков. Этого хватило для нормального формирования растений.

В июне их сумма была равна 18,8 мм, в июле – 34,1 мм, в августе – 7,3 мм, в сентябре – 2,1 мм. Количество осадков за всю вегетацию составило 110,1 мм при климатической норме 255 мм.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

фон питания (фактор А) – без удобрений, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$;

структура посева (фактор В) – кукуруза (100%), кукуруза (50%) + горох (50%), кукуруза (50%) + соя (50%), кукуруза (50%) + вика (50%), кукуруза (33,3%) + вика (33,3%) + овес (33,3%), кукуруза (50%) + донник (50%).

Агротехнические мероприятия в опыте предусматривали основную обработку почвы после уборки предшественника озимой ржи – безотвальная обработка с углублением пахотного слоя (трактор Horsch K-735 + комбинированный агрегат Tiger MT с тяжелой дисковой бороной и глубокорыхлителем). Предпосевную обработку проводили

комбинированным культиватором Salford 699. Азотосудку (15:15:15) вносили под культивацию разбросным способом согласно схеме опыта. Посев осуществляли 2 мая агрегатом МТЗ 1221 + Great Plains. В опыте выращивали гибрид кукурузы РОСС-140 СВ, сорта гороха Велес, вики Львовская-22, сои Милляуша, овса Рысак и донника Альпеевский. Полная норма высева кукурузы – 80 тыс. шт./га, гороха – 1,2 млн шт./га, сои – 750 тыс. шт./га, вики – 800 тыс. шт./га, овса – 5 млн шт./га, донника – 6 млн. шт./га. Посев был смешанный, то есть семена разных культур предварительно смешивали в необходимых соотношениях. Повторность опыта четырехкратная.

Результаты и обсуждение. Формирование растений в смесях происходит хуже, чем в одновидовых посевах, из-за повышенной конкуренции за свет, тепло, влагу, питательные элементы. Их высота сильно зависела от условий питания (табл. 1).

Таблица 1 – Высота растений по фазам развития в зависимости от фона питания и структуры посева (среднее за 2022–2023 года), см

Фон питания (фактор А)	Структура посева (фактор В)	Фаза развития					
		7...8 листьев		цветение		молочная спелость	
Без удобрений	кукуруза	16,7		105,0		107,0	
	кукуруза+горох	16,3	17,7	102,4	56,0	104,4	67,0
	кукуруза+соя	15,0	16,6	104,2	23,4	107,2	23,4
	кукуруза+вика	15,0	17,4	105,3	48,8	109,3	49,8
	кукуруза+вика+овес	14,3	15,6 17,4	100,7	47,5 89,5	104,7	49,5 99,5
	кукуруза+донник	16,3	5,7	104,3	13,6	107,3	13,6
	среднее	15,6	15,1	103,7	46,5	106,7	50,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	кукуруза	17,2		120,3		122,3	
	кукуруза+горох	17,4	21,3	121,2	58,1	131,2	68,1
	кукуруза+соя	17,6	20,6	123,7	57,5	133,7	58,9
	кукуруза+вика	17,0	19,8	122,9	48,9	132,9	50,9
	кукуруза+вика+овес	16,8	18,7 19,6	121,5	46,7 89,3	129,5	51,7 99,8
	кукуруза+донник	17,0	7,4	120,5	13,7	123,5	13,9
	среднее	17,2	17,9	121,7	52,4	128,9	57,2
$N_{45}P_{45}K_{45}$	кукуруза	18,8		121,7		123,7	
	кукуруза+горох	18,0	8,3	120,7	58,6	130,7	68,6
	кукуруза+соя	18,2	20,8	120,2	23,1	130,2	26,1
	кукуруза+вика	18,8	20,4	119,8	47,9	129,8	57,9
	кукуруза+вика+овес	17,8	18,9 20,0	100,8	46,9 87,8	110,9	56,9 97,8
	кукуруза+донник	18,6	9,7	115,4	13,9	125,4	14,2
	среднее	18,4	16,4	116,4	46,4	125,1	53,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$	кукуруза	20,3		116,7		126,7	
	кукуруза+горох	18,8	22,5	122,4	58,9	122,4	68,9
	кукуруза+соя	17,8	21,8	121,7	21,2	131,7	27,2
	кукуруза+вика	20,4	21,7	120,5	46,9	130,5	56,9
	кукуруза+вика+овес	19,2	20,4 23,2	115,2	46,9 89,0	125,2	58,5 96,4
	кукуруза+донник	17,6	10,6	118,7	13,9	128,7	14,6
	среднее	19,0	20,0	119,2	46,1	127,5	53,8
Среднее	кукуруза	18,25		115,93		119,93	
	кукуруза+горох	17,63	17,45	116,68	57,9	122,18	68,15
	кукуруза+соя	17,15	19,95	117,45	31,30	125,70	33,90
	кукуруза+вика	17,80	19,83	117,13	48,13	125,63	53,88
	кукуруза+вика+овес	17,03	18,40 20,05	109,55	47,00 88,90	117,58	54,15 98,38
	кукуруза+донник	17,38	15,7	114,73	10,38	124,40	10,68
HCP ₀₅	А	0,66	2,03	3,05	8,60	3,51	8,55
	В	0,83	2,48	3,74	10,53	4,31	10,48
	АВ	1,66	4,97	7,48	21,08	8,63	20,95

Чем они были лучше, тем больше величина этого показателя. В одновидовых посевах она была больше, чем в смесях. Высокие растения кукурузы в фазе 7...8 листьев отмечены в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ в смеси ее с соей – 20,4 см. По другим культурам в этот период наибольшая высота была сформирована у гороха на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в смеси с кукурузой. К фазе цветения кукуруза значительно выросла, и в разы превышала другие культуры. Аналогичная тенденция сохранилась и к фазе молочной спелости. Без внесения удобрений высота кукурузы составила 107,0 см, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ она увеличилась на 15,3 см, $N_{45}P_{45}K_{45}$ – на 16,7 см и $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 19,7 см. Высота растений кукурузы на неудобренном фоне от фазы 7...8 листьев до фазы молочной спелости возросла в 6,5 раза. Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на линейном росте и других культур, высеваемых в смеси с кукурузой. Наибольшая высота

растений на удобренных фонах питания отмечена у кукурузы в варианте $N_{30}P_{30}K_{30}$ в смеси с соей – 133,7 см. Прибавка, в сравнении с фоном без применения удобрений, составила 26,5 см, а в чистом посеве кукурузы на том же фоне питания – 11,4 см. Анализ полученных результатов показал существенную разницу между высотой кукурузы и донника однолетнего. Донник не выдерживает конкуренции с кукурузой. Отзывчивость донника на внесенные удобрения также небольшая. В удобренных вариантах высота донника увеличилась на 0,3 см ($N_{30}P_{30}K_{30}$), на 0,6 см ($N_{45}P_{45}K_{45}$) и на 1,0 см ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Оптимальное соотношение высоты кукурузы и другого компонента смеси отмечено в вариантах кукуруза + горох, кукуруза + вика и кукуруза + вика + овес (высота основной культуры в два раза больше гороха, вики и овса).

Формирование надземной массы коррелирует с нормами внесенных минеральных удобрений (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика формирования надземной массы в зависимости от фона питания и структуры посева (среднее за 2022–2023 года), т/га

Фон питания (фактор А)	Структура посева (фактор В)	Фаза развития					
		7...8 листьев		цветение		молочная спелость	
Без удобрений	кукуруза	0,90		11,20		16,90	
	кукуруза + горох	1,00	1,40	9,40	2,10	11,6	3,00
	кукуруза + соя	0,90	1,34	10,80	2,80	15,4	3,40
	кукуруза + вика	1,10	1,50	11,00	1,90	15,0	2,20
	кукуруза + вика + овес	0,80	1,40 1,50	11,10	1,92 2,7	16,1	2,10 2,90
	кукуруза + донник	0,80	0,60	8,80	0,98	12,40	1,00
	среднее	0,92	1,29	10,38	2,07	14,57	2,43
$N_{30}P_{30}K_{30}$	кукуруза	1,20		11,40		17,30	
	кукуруза + горох	1,30	1,50	10,90	2,50	16,90	3,40
	кукуруза + соя	1,20	1,35	11,20	2,80	17,20	3,10
	кукуруза + вика	1,10	1,60	11,30	2,10	16,30	2,30
	кукуруза + вика + овес	1,00	1,60 1,50	11,20	2,10 2,73	16,20	3,00 3,40
	кукуруза + донник	1,10	0,80	9,30	1,00	17,60	1,10
	среднее	1,15	1,39	10,88	2,21	16,92	2,72
$N_{45}P_{45}K_{45}$	кукуруза	1,40		12,70		24,30	
	кукуруза + горох	1,20	1,40	11,20	2,60	22,10	3,20
	кукуруза + соя	1,10	1,35	11,60	2,90	23,50	4,10
	кукуруза + вика	1,30	1,62	11,60	2,10	22,80	2,30
	кукуруза + вика + овес	0,90	1,64 1,58	11,50	2,00 2,76	21,30	2,20
	кукуруза + донник	1,10	0,84	10,60	1,00	21,70	1,20
	среднее	1,17	1,41	11,53	2,23	22,62	2,60
$N_{60}P_{60}K_{60}$	кукуруза	1,60		11,40		27,90	
	кукуруза + горох	1,30	1,60	12,40	2,60	27,80	3,30
	кукуруза + соя	1,50	1,36	12,10	3,10	27,50	4,60
	кукуруза + вика	1,00	1,67	11,80	2,15	26,90	2,30
	кукуруза + вика + овес	1,10	1,70 1,60	12,10	2,10 2,76	27,10	3,10 3,76
	кукуруза + донник	1,40	0,86	9,80	1,20	27,60	1,50
	среднее	1,32	1,47	11,60	2,32	27,47	3,09
Среднее	кукуруза	1,28		11,68		21,60	
	кукуруза + горох	1,20	1,48	10,98	2,45	19,60	3,23
	кукуруза + соя	1,18	1,35	11,43	2,90	20,90	3,80
	кукуруза + вика	1,13	1,60	11,43	2,06	20,25	2,28
	кукуруза + вика + овес	0,95	1,59 1,55	11,48	2,03 2,74	20,18	2,60 2,52
	кукуруза + донник	1,10	1,55	9,63	1,05	19,83	1,20
НСР ₀₅	А	0,07	0,12	0,38	0,27	1,94	0,36
	В	0,08	0,14	0,46	0,33	2,37	0,44
	АВ	0,17	0,29	0,93	0,67	4,75	0,88

В фазе 7...8 листьев надземная масса кукурузы по фонам питания составила 0,90 т/га (без удобрений), 1,20 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$), 1,40 т/га ($N_{45}P_{45}K_{45}$), 1,60 т/га ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Другие культуры в смеси с кукурузой также положительно отзывались на улучшение условий питания. Наибольшая в опыте надземная масса кукурузы в смеси с другими культурами отмечена в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ кукуруза + соя – 1,50 т/га. Хорошая надземная масса на начальном этапе развития культур была сформирована при возделывании вики и овса (1,60 и 1,70 т/га) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Но при этом масса кукурузы в этом варианте составила 1,10 т/га. Надземная масса кукурузы выше там, где меньше надземная масса другой культуры в смеси.

В фазе цветения надземная масса кукурузы увеличилась в 9...10 раз, по сравнению с первой учетной фазой развития. Наибольшая в опыте надземная масса у кукурузы в этой фазе сформировалась на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 12,70 т/га. Дальнейшее увеличение нормы минеральных удобрений не оказало

положительного эффекта на количество надземной массы кукурузы, возделываемой как отдельно, так и в смешанных посевах с другими культурами.

Наибольшая в опыте надземная масса по всем изучаемым культурам была сформирована в фазе молочной спелости у кукурузы. Прибавка от внесенных минеральных удобрений в чистых ее посевах составила 0,4 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$), 7,4 т/га ($N_{45}P_{45}K_{45}$) и 11,0 т/га ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Максимальная в опыте надземная масса в смешанных посевах у кукурузы была выявлена в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ кукуруза + горох – 27,80 т/га. При этом самая высокая надземная масса другой культуры была получена у сои в вариантах $N_{60}P_{60}K_{60}$ (4,60 т/га) и $N_{45}P_{45}K_{45}$ (4,60 т/га). Также хорошую надземную массу формирует горох и вика с овсом.

Площадь листьев существенно зависит от условий питания и наличия конкуренции с другой культурой за свет, тепло, влагу, питание (табл. 3).

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности в зависимости от фона питания и структуры посева (среднее за 2022–2023 года), тыс. м²/га

Фон питания (фактор А)	Структура посева (фактор В)	Фаза развития					
		7...8 листьев		цветение		молочная спелость	
Без удобрений	кукуруза	4,99		19,58		24,80	
	кукуруза +горох	5,55	24,6	19,55	37,30	22,60	26,90
	кукуруза +соя	5,00	23,7	19,50	38,40	24,50	31,00
	кукуруза+вика	5,51	20,0	18,00	23,40	23,00	25,50
	кукуруза+вика+овес	5,30	20,0 12,3	19,30	23,40 15,60	24,30	24,90 15,90
	кукуруза+донник	4,80	5,60	18,80	10,50	19,80	16,50
	среднее	5,19	17,70	19,12	24,77	23,17	23,45
$N_{30}P_{30}K_{30}$	кукуруза	5,94		24,80		30,68	
	кукуруза+горох	6,10	24,30	24,10	38,50	30,10	31,90
	кукуруза+соя	6,00	24,80	21,00	37,90	31,00	33,10
	кукуруза+вика	6,51	20,80	23,80	24,60	30,30	25,90
	кукуруза+вика+овес	6,30	20,80 12,10	24,50	24,60 16,80	29,80	25,90 16,80
	кукуруза +донник	5,90	4,90	24,90	10,90	30,90	16,40
	среднее	6,13	17,95	23,85	25,55	30,46	25,00
$N_{45}P_{45}K_{45}$	кукуруза	7,65		29,40		38,60	
	кукуруза +горох	7,68	24,20	35,15	37,80	38,20	27,40
	кукуруза +соя	6,51	23,20	34,71	38,40	38,50	34,40
	кукуруза +вика	7,41	20,80	32,00	24,20	38,37	25,80
	кукуруза+вика+овес	7,30	20,80 12,10	29,60	24,20 14,70	40,99	25,60 14,70
	кукуруза +донник	6,80	5,10	29,90	11,30	39,10	16,30
	среднее	7,23	17,70	31,79	25,10	38,96	24,03
$N_{60}P_{60}K_{60}$	кукуруза	8,43		34,14		44,94	
	кукуруза +горох	8,58	24,30	39,30	38,90	42,92	36,30
	кукуруза +соя	8,51	25,50	36,38	38,70	45,54	32,10
	кукуруза +вика	8,51	21,60	35,15	25,60	42,58	26,30
	кукуруза+вика+овес	8,50	21,60 12,40	34,71	25,50 15,70	48,38	26,40 15,70
	кукуруза +донник	8,62	5,30	36,38	11,30	46,61	16,50
	среднее	8,53	18,45	36,01	25,95	45,16	25,55
Среднее	кукуруза	6,75		26,98		34,76	
	кукуруза +горох	6,98	24,35	29,53	38,13	33,46	30,63
	кукуруза +соя	6,51	24,30	27,90	38,35	34,89	32,65
	кукуруза +вика	6,99	20,80	27,24	24,45	33,56	25,88
	кукуруза+вика+овес	6,85	20,80 12,23	27,03	24,43 15,70	35,87	25,70 15,78
	кукуруза +донник	6,53	5,23	27,50	11,00	34,10	16,43
	среднее	6,75	17,70	27,24	24,45	33,56	25,88
HCP_{05}	А	0,66	2,80	2,86	4,16	3,42	2,86
	В	0,81	3,44	3,50	5,09	4,20	3,52
	АВ	1,62	6,86	6,99	10,19	8,38	7,04

Наибольшее значение площади листьев в начальные этапы развития было получено в варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ кукуруза + донник 8,62 тыс. $m^2/га$. Однако максимальному значению площади листьев у кукурузы соответствует небольшая величина площади листьев другой культуры. У донника площадь листьев в этом варианте составила только 5,30 тыс. $m^2/га$. Отмечено постепенное увеличение площади листьев у кукурузы в чистом посеве с увеличением нормы внесенных минеральных удобрений. Если в контрольном варианте площадь листьев составила 4,99 тыс. $m^2/га$, то на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ она увеличилась на 0,95 тыс. $m^2/га$, на фоне $N_{45}P_{45}K_{45}$ – на 2,65 тыс. $m^2/га$ и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3,44 тыс. $m^2/га$. В смеси с другими культурами площадь листьев у кукурузы также увеличивалась. Вероятнее всего в связи с появлением конкуренции от другой культуры листья кукурузы вытягиваются. Тем более на ранних этапах онтогенеза габитус кукурузы меньше габитуса других культур. Наибольшая площадь в этой фазе

была сформирована у сои на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 25,50 тыс. $m^2/га$. Площадь листьев у кукурузы в этом варианте была в три раза меньше.

К фазе цветения площадь листьев кукурузы увеличилась в 3...4 раза и была самой высокой в варианте кукуруза + горох на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 39,30 тыс. $m^2/га$ и у гороха – 38,90 тыс. $m^2/га$.

К молочной спелости зерна у кукурузы площадь листьев основной культуры увеличивалась, а у других культур в смеси с кукурузой площадь листьев уменьшалась, вследствие созревания и подсыхания нижних ярусов листьев. Отмечена также положительная тенденция увеличения площади листьев кукурузы и других культур на удобренных фонах. Наибольшей в опыте по всем культурам она была на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Положительное влияние минеральных удобрений на высоту растений, формирование надземной массы и площади листьев сказалось на формировании урожайности зеленой массы (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы в зависимости от фона питания и структуры посева (среднее за 2022–2023 года), т/га

Фон питания (фактор А)	Структура посева (фактор В)	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га	
			от удобрений	от подбора культуры
Без удобрений	кукуруза	15,80	-	-
	кукуруза +горох	14,81	-	-0,99
	кукуруза +соя	14,93	-	-0,87
	кукуруза+вика	14,89	-	-0,91
	кукуруза+вика+овес	14,78	-	-1,02
	кукуруза+донник	13,80	-	-2,00
	среднее	14,84	-	-0,96
$N_{30}P_{30}K_{30}$	кукуруза	20,80	5,00	-
	кукуруза +горох	20,50	5,69	-0,30
	кукуруза +соя	24,50	9,57	3,70
	кукуруза+вика	23,60	8,71	2,80
	кукуруза+вика+овес	24,70	9,92	3,90
	кукуруза+донник	15,80	2,00	-5,00
	среднее	21,65	6,81	0,85
$N_{45}P_{45}K_{45}$	кукуруза	21,40	5,60	-
	кукуруза +горох	24,00	9,19	2,60
	кукуруза +соя	24,80	9,87	3,40
	кукуруза+вика	23,90	9,01	2,50
	кукуруза+вика+овес	25,50	10,72	4,10
	кукуруза+донник	18,70	4,90	-2,70
	среднее	23,05	8,21	1,65
$N_{60}P_{60}K_{60}$	кукуруза	22,60	6,80	-
	кукуруза +горох	24,20	9,39	1,60
	кукуруза +соя	24,80	9,87	2,20
	кукуруза+вика	24,10	9,21	1,50
	кукуруза+вика+овес	25,00	10,22	2,40
	кукуруза+донник	18,70	4,90	-3,90
	среднее	23,23	8,39	0,63
Среднее	кукуруза	20,15	4,35	-
	кукуруза +горох	20,88	6,07	0,73
	кукуруза +соя	22,26	7,33	2,11
	кукуруза+вика	21,62	6,73	1,47
	кукуруза+вика+овес	22,50	7,72	2,35
	кукуруза+донник	16,75	2,95	-3,40
	среднее	20,69	5,85	0,54
НСП ₀₅	А	0,87		
	В	1,15		
	АВ	5,50		

Урожайность кукурузы в чистом посеве в варианте без удобрений составляла 15,80 т/га. В смешанных посевах она была ниже чистого посева на 0,99 т/га в смеси кукуруза + горох, на 0,87 т/га – в смеси кукуруза + соя, на 0,91 т/га – в смеси кукуруза + вика, на 1,02 т/га – в смеси кукуруза + вика + овес и на 2,00 т/га меньше в смеси кукуруза + донник. Самая низкая в опыте урожайность зеленой ассы кукурузы была зафиксирована в смеси с донником (13,80 т/га), а самая высокая – в смеси с соей (14,93 т/га). На фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ прибавка урожайности кукурузы в чистом посеве составила 5,00 т/га. В смешанных посевах урожайность зеленой массы была выше, чем в чистом посеве: в варианте кукуруза + соя прибавка составила 3,70 т/га, в варианте кукуруза + вика – 2,80 т/га, а в варианте кукуруза + вика + овес – 3,90 т/га. Смешанные посевы кукурузы с горохом и донником отличались меньшей урожайностью зеленой массы, чем в чистом посеве.

Прибавка урожайности от внесения $N_{30}P_{30}K_{30}$ составляла 2,00...9,57 т/га. Наибольшая отзывчивость культур на минеральные удобрения в этой дозе отмечена в варианте кукуруза + вика + овес (прибавка урожайности зеленой массы составила 9,92 т/га).

От применения $N_{45}P_{45}K_{45}$ прибавка урожая зеленой массы составляла 4,90...10,72 т/га. Самые высокие в опыте урожайность и прибавка урожая к неудобренному варианту на том фоне удобрений отмечены в смешанных посевах кукуруза + вика + овес (соответственно 25,50 и 10,72 т/га), а самые низкие – в смеси кукуруза + донник (18,70 и 4,90 т/га). Наибольшая в опыте прибавка урожайности от возделывания кукурузы в смеси с другими культурами была выявлена также в варианте кукуруза + вика + овес – 4,10 т/га. Урожайность зеленой массы кукурузы в чистых посевах составляла 21,40 т/га. Только

при выращивании кукурузы с донником зафиксировано снижение урожайности, по сравнению с чистым посевом, на 2,70 т/га.

Значительного прироста урожайности при увеличении нормы внесенных удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$ не произошло. В сравнении с фоном $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайность в чистом посеве возросла на 1,20 т/га, а в смешанных посевах урожайность увеличивалась на этом фоне питания лишь в вариантах кукуруза + горох и кукуруза + вика на 0,20 т/га. В остальных смесях она оставалась на прежнем уровне. Затраты на применение $N_{60}P_{60}K_{60}$ не соизмеримы со стоимостью прибавки урожайности, по отношению к фону $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Выводы. В условиях серых лесных почв Республики Татарстан совместный посев кукурузы с другими культурами на удобренных фонах питания обеспечивают некоторое увеличение высоты растений, особенно в смеси с соей. При этом близкое к оптимальному соотношение высоты растений разных видов достигается в вариантах кукуруза + горох, кукуруза + вика и кукуруза + вика + овес. Наибольшая в опыте надземная масса отмечена в фазе молочной спелости зерна на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в смешанных посевах кукуруза + горох – 27,80 т/га. При этом самая высокая надземная масса другого компонента смеси выявлена у сои в вариантах $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{45}P_{45}K_{45}$ (по 4,60 т/га). По формированию самого большого листового аппарата выделена смесь кукурузы с соей и горохом на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в фазе молочной спелости зерна. По силе влияния на урожайность зеленой массы отмечен вариант $N_{45}P_{45}K_{45}$. Максимальный в опыте сбор зеленой массы зафиксирован в смешанном посеве кукуруза + вика + овес (25,50 т/га) и кукуруза + соя (24,80 т/га). Дальнейшее увеличение нормы внесения минеральных удобрений нецелесообразно.

Литература

1. Роль многолетних бобовых трав в биологизации земледелия и развитии кормопроизводства Дальнего Востока / Е.П. Иванова, В.А. Чувилина, О.И. Хасбиуллина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 10. С. 41–46.
2. Кадоркина В. Ф., Шевцова М. С. Использование однолетних и многолетних агрофитоценозов кормовых культур в полевом кормопроизводстве юга Средней Сибири // Вестник НГАСУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2019. № 2 (51). С. 82–89. doi: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-82-89.
3. Аветисян А. Т., Федосеев Е. В. Поедаемость кормовых культур чистых и смешанных посевов в зависимости от видового состава растений // Вестник КрасГАУ. 2016. № 3 (114). С. 100–114.
4. Оценка питательности различных видов кормов, заготовленных из кукурузы, в зависимости от уровня химизации и почвенного покрова Республики Татарстан / И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, С. В. Сочнева и др. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4 (8). С. 53–60. doi: 10.12737/2782-490X-2024-53-60.
5. Дуборезов И.В., Косолапов А.В., Дуборезов В.М. Урожайность и питательность вегетативной массы силосных культур // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 3. С. 14–18.
6. Михайлова М. Ю., Таланов И. П. Питательная ценность гибридов кукурузы при возделывании на зеленую массу // Аграрная наука. 2016. № 4. С. 9–11.
7. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, А. А. Лукманов и др. // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2023. № 115. С. 199–223. doi: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223.
8. Potential of corn hybrids of universal use / M. Yu. Mikhailova, R. V. Minikaev, F. Sh. Faskhutdinov, et al. // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 52. P. 00085. URL: https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2022/11/bioconf_fies2022_00085.pdf (дата обращения 11.10.2024). doi: 10.1051/bioconf/20225200085.
9. Тимошкин О. А., Ерютина Е. П. Урожайность зеленой массы кукурузы и сои в одновидовых и смешанных посевах // Кормопроизводство. 2023. № 7. С. 27–31. doi: 10.25685/KRM.2023.7.2023.005.
10. Совместные посевы полевых культур, обеспечивающие устойчивое производство

высококачественных кормов / Ш. М. Абасов, И. Я. Шишхаев, М. Ш. Абасов и др. // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 45-6. С. 54–57. doi: 10.18411/lj-12-2018-138.

11. Пути интенсификации кормопроизводства в Красноярском крае / Л. П. Байкалова, Ю. Ф. Едимечев, В. А. Колесников и др. // Вестник КрасГАУ. 2018. № 5 (140). С. 102–108.

12. Урожайность и питательная ценность кукурузы и их смесей для заготовки сочных кормов в условиях Центральной Якутии / Е. С. Пестерева, С. А. Павлова, Г. Е. Захарова и др. // Аграрная наука. 2018. № 9. С. 54–56.

13. Фомин В. Н., Миназов И. Р. Совместные посевы кукурузы с бобовыми культурами в республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 55–57.

14. Влияние некорневых подкормок на формирование генеративных органов у кукурузы / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев, М. Ф. Амиров и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 1 (73). С. 12–17. doi: 10.12737/2073-0462-2024-12-17.

15. Влияние средств химизации на формирование урожая зеленой массы кукурузы с початками молочно-восковой спелости / И. Ф. Яхин, Р. Х. Габитов, М. М. Хисматуллин и др. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 2 (6). С. 44–51. doi: 10.12737/2782-490X-2023-44-51.

16. Михайлова М. Ю., Миникаев Р. В. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 12–14. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.03.

Сведения об авторах:

Михайлова Марина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: marisha.m.u@mail.ru

Шарафиева Илюса Зульфатовна – аспирант кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: kurbangalieva_1999@mail.ru

Низамов Рустам Мингазизович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: nizamovr@mail.ru

Миникаев Рогать Вагизович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой агрохимии и почвоведения, e-mail: ragat@mail.ru

Фасхутдинов Фаннур Шаукатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: ditto1961t@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

STUDY OF CORN AGROCENOSSES IN MIXED CROPS ON GRAY FOREST SOILS OF KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. Yu. Mikhaylova, I. Z. Sharafieva, R. M. Nizamov, R. V. Minikaev, F. S. Faskhutdinov

Abstract. The studies were conducted to assess the productivity of mixed crops of corn with other crops in the Republic of Tatarstan. The experiment was carried out in 2022-2023 on gray forest soil with a humus content of 2.1%, mobile phosphorus – 151 mg/kg, potassium – 121 mg/kg. The experimental design included the following options: nutrition background (factor A) - no fertilizers, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$; cropping pattern (factor B) - corn (100%), corn (50%) + peas (50%), corn (50%) + soybeans (50%), corn (50%) + vetch (50%), corn (33.3%) + vetch (33.3%) + oats (33.3%), corn (50%) + sweet clover (50%). Azofoska (15:15:15) was applied as fertilizer during pre-sowing cultivation. Before sowing, the seeds were mixed according to the experimental scheme, based on the recommended rates for pure crop sowings: corn - 80 thousand pcs./ha, peas - 1.2 million pcs./ha, soybeans - 750 thousand pcs./ha, vetch - 800 thousand pcs./ha, oats - 5 million pcs./ha, sweet clover - 6 million pcs./ha. The optimal ratio of plant heights of the studied mixtures was noted in the variants corn + pea, corn + vetch and corn + vetch + oats. The highest aboveground mass in the experiment was recorded against the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ in the milky ripeness phase of corn grain in mixed crops with peas - 27.80 t/ha. The highest above-ground mass of the second crop in the mixture was formed by soybeans on the backgrounds of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{45}P_{45}K_{45}$ (4.60 t/ha each). The highest yield of green mass was provided by the application of $N_{45}P_{45}K_{45}$; further increase in the fertilizer rate is impractical. The highest yield of green mass was noted in the crops of corn + vetch + oats (25.50 t/ha) and corn + soybeans (24.80 t/ha).

Key words: corn (*Zea mays*), mixed crops, plant height, leaf area, aboveground mass, yield of green mass.

References

- Ivanova EP, Chuvilina VA, Khasbiullina O.I. [The role of perennial legumes in the biologization of agriculture and the development of forage production in the Far East]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023; Vol.37. 10. 41-46 p.
- Kadorkina VF, Shevtsova MS. [Use of annual and perennial agrophytocenoses of forage crops in field forage production in the south of Central Siberia]. Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet). 2019; 2 (51). 82-89 p. doi: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-82-89.
- Avetisyan AT, Fedoseev EV. [Palatability of forage crops of pure and mixed crops depending on the species composition of plants]. Vestnik KrasGAU. 2016; 3 (114). 100-114 p.
- Yakhin IF, Gabitov RK, Sochneva SV. [Assessment of the nutritional value of various types of feed prepared from corn, depending on the level of chemicalization and soil cover of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie. 2023; 4 (8). 53-60 p. doi: 10.12737/2782-490X-2024-53-60.
- Duborezov IV, Kosolapov AV, Duborezov VM. [Yield and nutritional value of vegetative mass of silage crops]. Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2022; 3. 14-18 p.
- Mikhaylova MYu, Talanov IP. [Nutritional value of corn hybrids when cultivating for green mass]. Agrarnaya nauka. 2016; 4. 9-11 p.
- Safiollin FN, Khismatullin MM, Lukmanov AA. [Productivity of Ross 140 corn depending on the level of chemicalization of zonal soils of the Republic of Tatarstan]. Byulleten Pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva. 2023; 115. 199-223 p. doi: 10.19047/0136-1694-2023-115-199-223.
- Mikhaylova MYu, Minikaev RV, Faskhutdinov FSh. Potential of corn hybrids of universal use. [Internet]. BIO Web of Conferences. 2022; Vol.52. 00085 p. [cited 2024, October 11]. Available from: https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2022/11/bioconf_fies2022_00085.pdf. doi: 10.1051/bioconf/20225200085.
- Timoshkin OA, Eryutina EP. [Yield of green mass of corn and soybeans in single-species and mixed crops]. Kormoproduktstvo. 2023; 7. 27-31 p. doi: 10.25685/KRM.2023.7.2023.005.

10. Abasov ShM, Shishkhaev IYa, Abasov MSh. [Joint crops of field crops ensuring sustainable production of high-quality feed]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018; 45-6. 54-57 p. doi: 10.18411/lj-12-2018-138.
11. Baykalova LP, Edimeychev YuF, Kolesnikov VA. [Ways to intensify forage production in Krasnoyarsk Krai]. *Vestnik KrasGAU*. 2018; 5 (140). 102-108 p.
12. Pestereva ES, Pavlova SA, Zakharova GE. [Yield and nutritional value of corn and their mixtures for harvesting succulent fodder in Central Yakutia]. *Agrarnaya nauka*. 2018; 9. 54-56 p.
13. Fomin VN, Minazov IR. [Joint crops of corn with legumes in the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012; 2. 55-57 p.
14. Mikhaylova MYu, Minikaev RV, Amirov MF. [The effect of foliar feeding on the formation of generative organs in corn]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; Vol.19. 1 (73). 12-17 p. doi: 10.12737/2073-0462-2024-12-17.
15. Yakhin IF, Gabitov RKh, Khismatullin MM. [The effect of chemicals on the formation of the yield of green mass of corn with cobs of milky-wax ripeness]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*. 2023; 2 (6). 44-51 p. doi: 10.12737/2782-490X-2023-44-51.
16. Mikhaylova MYu, Minikaev RV. [Dynamics of macroelements in gray forest soil under corn crops for green mass in the conditions of Volga region of the Republic of Tatarstan with the application of increased doses of mineral fertilizers]. *Plodorodie*. 2020; 3 (114). 12-14 p. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.03.

Authors:

Mikhaylova Marina Yurevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: marisha.m.u@mail.ru
 Sharafieva Ilyusa Zulfatovna – postgraduate student of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: kurbangalieva_1999@mail.ru
 Nizamov Rustam Mingazizovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department, e-mail: nizamovr@mail.ru
 Minikaev Rogat Vagizovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: ragat@mail.ru
 Faskhutdinov Fannur Shaukatovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: ditto1961t@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.