

УДК 633.15:631.86:631.544.72

UDC 633.15:631.86:631.544.72

06.00.00 сельскохозяйственные науки

06.00.00 agricultural sciences

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО
ВОДОРАСТВОРИМОГО УДОБРЕНИЯ
ВЕРМИСОЛА И МУЛЬЧИРОВАНИЯ
МЕЖДУРЯДИЙ СОЛОМОЙ НА
ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ В ПОСЕВЕ
САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ****THE INFLUENCE OF VERMISOL COMPLEX
WATER-SOLUBLE FERTILIZER AND STRAW
MULCHING OF ROW-SPACINGS FOR SOIL
MOISTURE IN SWEET CORN GROWING
MANAGEMENT**

Сидоренко Сергей Евгеньевич
соискатель
КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко,
Краснодар, Россия
kniish@kniish.ru

Sidorenko Sergey Evgenievich
competitor for degree
Krasnodar Lukyanenko Research Institute
of Agriculture, Krasnodar, Russia
kniish@kniish.ru

В статье приводятся результаты исследований за 2011-2013 годы по применению комплексного водорастворимого удобрения на фоне мульчирования междурядий соломой при выращивании высокопродуктивного гибрида сахарной кукурузы Краснодарский 280 СВ на урожайность початков молочной спелости. Установлено, что мульчирование соломой в сочетании с комплексным водорастворимым удобрением Вермисолом, внесенным в фазе 5-6 листьев, препятствовало испарению влаги, способствовало большему ее накоплению в почве и повышало урожайность початков на 6-17 ц/га. Наименьшая влагоемкость (НВ) в наиболее корнеобитаемом слое (0-60 см) в годы исследований составляла 28,5 % от сухой массы почвы, сумма осадков в критический для кукурузы период (в третьей декаде июня и первой декаде июля) была на удовлетворительном уровне. Наиболее благоприятное состояние по осадкам было в 2013 году, когда за июнь и июль в сумме выпало 143 мм, а относительная влажность воздуха держалась на оптимальном уровне около 70 %. Температура почвы в посевном 0-10 см слое в день мульчирования кукурузы была на уровне 0-5 см слоя, а к фазе 10-11 листьев она увеличивалась на вариантах без мульчирования на 5 °С. Меньшая амплитуда колебания температуры в течении всего периода роста и развития кукурузы с 10-11 листьев положительно сказалась на формировании початков молочной спелости

The article reveals issues concerning the experiments on application of complex water-soluble fertilizer and straw mulching of row-spacing in sweet corn hybrid named Krasnodarskiy 280 CV growing management and the yield of milky ripeness. We have discovered that straw mulching in combination with complex water-soluble fertilizer named Vermisol used in 5-6 leaves, reduced evaporation and tended to moisture accumulation in soil what increased yield of ears for 0,6-1,7 t/ha. The lowest water-absorbing capacity in root-inhabited layer of soil (0-0,6 m) were 28,5 % from dry weight of soil in years of experiment. Registration of sum of precipitations in critical for corn period (in third decade of June and first decade of July) was in tolerable level. The best conditions of precipitation were in 2013, when in June and July the sum was 143 mm, and humidity of the air was in optimum level – 70 %. The temperature of the soil in 0-0,1 m layer in the day of mulching was the same as in the layer 0-0,05 m, tin increase for 5 °C in variants without mulching. The lower amplitude of temperature of the soil in vegetation period since the phase of 10-11 leaves had good influence for yield of milk maturity ears

Ключевые слова: КУКУРУЗА САХАРНАЯ, ДОСТУПНАЯ ВЛАГА, КОМПЛЕКСНОЕ ВОДОРАСТВОРИМОЕ УДОБРЕНИЕ, СОЛОМЕННАЯ МУЛЬЧА, МОЛОЧНАЯ СПЕЛОСТЬ ПОЧАТКОВ

Keywords: SWEET CORN, USABLE SOILWATER, COMPLEX WATER-SOLUBLE FERTILIZER, STRAW MULCHING, MILKY RIPENESS EARS

Для сахарной кукурузы применение комплексного водорастворимого удобрения и мульчирование междурядий имеют важнейшее значение.

Применение комплексного водорастворимого удобрения и мульчирование междурядий могут создавать более оптимальные условия для повышения урожайности сахарной кукурузы. Перечисленные агротехнические мероприятия изучали в 2011-2013 годах в северо-восточной зоне Краснодарского края Гулькевичском районе в поселке Тысячный, где почвы представлены черноземом обыкновенным малогумусным сверхмощным, подверженным дефляции.

По данным Гулькевической зональной агрохимлаборатории почвы в пахотном слое 0-30 см среднеобеспечены легкогидролизуемым азотом – 4,1-5,2 мг на 100 г почвы; повышенное содержание калия 32-40 мг на 100 г почвы и подвижных форм фосфора 3,0-3,4 мг на 100 г почвы.

По окраске верхнего слоя эти почвы темно-серые, мощность гумусового горизонта 160 см. Распределение перегноя в гумусовом горизонте по всему профилю равномерное. В пахотном слое содержится от 4,0 до 6,0 % гумуса и в глубь постепенно убывает до 1,3-1,9 %. Запасы гумуса в почве превышают 500 т/га.

Механический состав почвы тяжелосуглинистый с высокой вододерживающей способностью, наименьшая - влагоемкостью в слое 0,6 м составляет 28,5 %, а в слое 1,0 м – 27,2 % от массы сухой почвы. Эти почвы длительное время удерживают в активном корнеобитаемом слое большое количество воды, однако значительная часть ее для растений кукурузы остается недоступной.

Отмеченные особенности водно-физических свойств почвы во многом определяют течение биохимических процессов. По данным исследований Е.С. Блажного [1] и В.И. Терпельца [2] четвертая подзона центральной зоны Краснодарского края, где проводили опыт, подвержена слабой дефляции. В подзоне получают высокий урожай кукурузы и других зерновых культур при обеспечении их в достаточном количестве удобрениями. Среднегодовая температура составляет 10,0-10,4 °С, сумма эффективных

температур 3450-3470 °С и безморозный период – 188-193 дня. Переход температуры через 10 °С наступает в конце марта или начале апреля. Наиболее жарким является июль. Среднемесячная температура этого месяца составляет 25,3 °С. Самый холодный месяц – январь, средняя температура января – минус 1,6 °С.

Территория участка относится к зоне с жарким и засушливым климатом. Годовая сумма осадков 500-587 мм, коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову [3] составляет 0,25-0,30. Гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову [4] за вегетационный период кукурузы 0,97. Осадки за вегетационный период выпадают неравномерно и преимущественно носят ливневый характер. Недостаточное количество осадков в сочетании с высокими температурами вызывают вероятность засух и суховеев, поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур требуется сбережение влаги.

Метеорологические условия в годы исследований складывались по-разному. Вегетационный период 2011 года по сумме среднесуточных температур от всходов до технической спелости кукурузы составил 1282 °С. Сумма от среднемноголетней отличалась на 27 °С от нормы, но эффективных значений > 10 °С было на 50 °С больше. Наиболее высокими за годы исследований эффективные температуры за период посев - молочная спелость сахарной кукурузы были в 2012 и 2013 годах 739 и 661 °С соответственно, когда они превышали многолетние значения на 219 и 141 °С.

Учет сумм осадков показал, что за годы исследований в наиболее критическом для кукурузы периоде (в третьей декаде июня и первой декаде июля) их количество было на удовлетворительном уровне. Наиболее благоприятное состояние по осадкам отмечалось в 2013 году, когда за июнь и июль выпало 143 мм.

Среднесуточная относительная влажность воздуха за 2011, 2012 и 2013 годы существенно (на 2-6 %) отклонялась от многолетней нормы.

При этом величина показателя только 2012 году в третьей декаде июля опускалась до 45 %, а остальные годы практически держалась ближе к оптимальному.

В зоне проведения опыта тепловой режим кукурузы был благоприятный. Вегетационный период для ее возделывания характеризовался как неустойчивый, по ГТК он был на уровне среднемноголетнего значения.

Таким образом, климатические условия в 2011-2013 годы исследований по температурному режиму, выпадению осадков и относительной влажности воздуха позволяли выращивать урожайность початков сахарной кукурузы высокого уровня, так как для ее выращивания на початки молочной спелости метеопоказатели были выше, чем среднемноголетние.

Для выполнения цели и задач исследований, поставленных тематическим планом КНИИСХ имени П.П. Лукьяненко и рабочей программой по теме диссертации, предусматривалось проведение полевого опыта «Изучить влияние комплексного водорастворимого удобрения Вермисола и мульчирования междурядий соломой на динамику накопления влаги в почве и продуктивность сахарной кукурузы.

Опыт проводили с использованием гибрида сахарной кукурузы Краснодарский 280 СВ селекции КНИИСХ имени П.П. Лукьяненко. Схема опыта предусматривала изучение двух вариантов – без применения Вермисола и с применением его в дозе 1,0 л/га. Эти варианты удобрений располагали на фонах без мульчирования и с мульчированием соломой междурядий в фазе 5-6 листьев, одновременно с внесением Вермисола с последующей культивацией. Опыт проводили по предшественнику озимая пшеница, фон осеннего внесения удобрений $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Кукурузу высевали 10 апреля ручными сажалками с густотой посева 55 тыс. зерен на 1 га, с тем, чтобы получить к уборке 50 тыс. растений на 1 га. Площадь делянок 20 м², учетная площадь 10 м². Она состояла из двух внутренних рядков четырехрядковой делянки, имеющих длину 7,15 м.

Наблюдения и учеты в опыте проводили согласно методике, разработанной ВНИИ кукурузы [5].

В опыте отмечали дату полных всходов, фазу 5-6 листьев и в эту фазу проводили культивацию междурядий на глубину 6-8 см, укладывали мульчирующий слой из соломы в расчете 3 т на 1 га. Закапывали в слое почвы 0-5 и 0-10 см почвенный термометр Савинова на фонах без мульчирования и с мульчированием и снимали показания каждый раз в 12 часов в день укладывания соломы, в фазе 10-11 листьев у кукурузы, цветения початка и молочно-восковой спелости зерна.

Влажность почвы определяли в день мульчирования соломой (в фазе 5-6 листьев), в фазе 10-11 листьев, выметывания метелки и молочно-восковой спелости зерна.

Густоту стояния растений подсчитывали на всех вариантах и повторениях опыта до и после прорывки растений, доводили до 50 тыс. раст./га, после культивации междурядий и перед уборкой кукурузы в фазе молочной спелости зерна.

Урожай убирали с каждой делянки в початках молочной спелости в обертках с последующим взвешиванием и отбором пробы из 10 початков в матерчатые мешочки с каждого повторения опыта, для определения озерненности початков.

Математическую обработку экспериментальных данных выполняли методом биометрической статистики с использованием дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [6].

При проведении исследований применяли агротехнику на основе действующих зональных рекомендаций. При этом учитывали влияние предшественника и состояние поля.

Весенняя предпосевная подготовка почвы заключалась в ранневесеннем выравнивании зяби, затем вносили почвенный гербицид харнес,

2,5 л/га заделывали предпосевной культивацией, и сеяли кукурузу при прогревании почвы до температуры 10-12 °С на глубине 6-8 см.

Для борьбы с сорняками проводили одну междурядную культивацию и две ручные прополки.

Исследованиями многих авторов установлено, что умеренное прогревание почвы способствует не только оптимальному прорастанию и развитию семян кукурузы, но и дальнейшему благоприятному росту и развитию ее. Результаты наших исследований показали, что перед обработкой пропашным культиватором фоновое прогревание верхнего 0-5 см слоя почвы было 14,5-14,6 °С. Мульчирование поверхности почвы в междурядьях соломой размером 50-100 мм из расчета на 1 га 3 т уже к фазе 10-11 листьев обеспечило различие по прогреванию почвы. Так, в данной фазе на фоне без мульчирования она прогревалась на 21,5-21,7 °С, что выше, чем мульчированная на 1,3-1,9 °С. К цветению початка средняя температура 0-5 см слоя почвы на мульчированных участках составляла 30 °С, что ниже, чем на открытых участках на 3,1 °С. С наступлением молочной спелости и летнего зноя температура почвы на не мульчированных вариантах поднималась до 37,5-37,9 °С, а на мульчированных снижалась на 1,7-1,8 °С.

Температура 0-10 см слоя почвы в день мульчирования кукурузы была почти такая, как и 0-5 см слое, но к фазе 10-11 листьев она увеличивалась на участках без мульчи на 5,5 °С, с мульчей на 3 °С. Снижение температуры на мульчированных вариантах в этой фазе составило 2,4-2,5 °С. К цветению початка в вариантах без мульчирования температура почвы составила в рассматриваемом слое почвы 28,4-28,5 °С, а с мульчей 26,5 °С. К молочной спелости эти результаты снижались на 2,4-2,9 °С.

Колебания температуры прогревания почвы от применения соломенной мульчи после культивации междурядий сахарной кукурузы по годам исследований были более резкими в верхнем 0-5 см слое почвы и менее заметными в слое 0-10 см.

Характер прогревания почвы от применения комплексного водорас-творимого удобрения Вермисола был незаметным независимо от глубины определения ее. Темпы снижения температуры почвы под мульчей в летний период объясняются отражением солнечных лучей, уменьшением испаряемости и созданием благоприятных условий для роста кукурузного растения в засушливый период.

Наши данные подтвердили результаты исследований ученых о том, что более низкие температуры в 0-5 и 0-10 см слое почвы под мульчей часто снижают рост и развитие кукурузы, приводят к отставанию некоторых признаков, т.е. отрицательному воздействию поначалу, в дальнейшем это исчезло по мере роста и развития кукурузы, и к выметыванию, цветению початка, молочной спелости мульчированные варианты даже опережали растения с немulчированных делянок, но только при внесении компенсационных доз азота 10-15 кг/т соломенной мульчи.

По данным исследований, мульчирование полей предопределяет оставление на поверхности почвы значительное количество органических послеуборочных остатков, создающих условия для развития болезней и вредителей, что представляет большую опасность при возделывании фуражной кукурузы, уборка которой происходит намного позже, чем сахарной кукурузы, которая практически в связи с ранней уборкой уходит от болезней, но сильнее повреждается вредителями, которые портят вид початков.

При основной отвальной зяблевой обработке почвы и многократных дополнительных рыхлениях ее, непродуктивное испарение влаги является основным каналом расхода и причиной ее дефицита к концу вегетации кукурузы. Это при выращивании зернофуражной кукурузы, а сахарная кукуруза в связи с уборкой ее в молочной спелости расходует меньше влаги, но к уборке она более требовательна к содержанию ее в почве.

В таблице 1 показаны результаты опыта, проведенного нами при применении мульчирования соломой междурядий после культивации выращиваемой сахарной кукурузы, где отбор проб на влажность осуществляли в фазе 5-6 листьев. Установлено, что процентное содержание влаги при культивации междурядий на общем фоне в метровом слое было близкое в 2011 и 2012 годах и составило 25,8 и 26,2 %. В слое 0-10 см эта величина равнялась 25,3 и 26,6 %, тогда как в 2013 году снижалась до 22,7 %. В среднем за три года в верхнем посевном 0-10 см слое влажность так же была низка для весеннего времени и составляла 24,9%, 0-20 см слое – 26,4 %, 0-40 см слое 26,6 % и в метровом слое 25,4 %.

Таблица 1 – Влажность почвы при мульчировании междурядий соломой в фазе 5-6 листьев растений сахарной кукурузы, %

Слой почвы	Год исследований			Среднее за 2011-2013 гг.
	2011	2012	2013	
0-10	25,3	26,6	22,7	24,9
10-20	28,8	29,5	25,8	28,0
20-40	27,4	28,3	25,1	26,9
40-60	24,9	25,0	24,4	24,8
60-80	24,4	24,1	23,7	24,1
80-100	23,8	23,5	23,2	23,5
0-20	27,0	28,0	24,2	26,4
0-40	27,2	28,1	24,5	26,6
0-100	25,8	26,2	24,2	25,4

После раскладывания соломенной мульчи с последующей культивацией и выпадения осадков, расход влаги на испарение и транспирацию ее растением кукурузы во все годы исследований был меньше, чем на немulьчированном фоне к фазе 10-11 листьев у кукурузы в слое 0-10 см в варианте неудобренном Вермисолом на 1,3 % и удобренном на 1,9 %. В метровом слое разница составила соответственно 1,2 и 1,8 % в пользу мульчирования (табл. 2).

Таблица 2 – Влажность почвы в посеве сахарной кукурузы в фазе 10-11 листьев в зависимости от мульчирования междурядий соломой и подкормки вегетирующих растений Вермисолом, % (2011-2013 гг.)

Фон мульчирования	Вариант подкормки вегетирующих растений кукурузы	Слой почвы, см								
		0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	0-40	0-100
Без мульчирования соломой	без подкормки (контроль)	19,3	21,7	22,9	23,0	22,6	22,1	20,5	21,3	21,9
	Вермисол, 1 л/га	18,7	21,8	22,3	22,6	22,6	22,5	20,1	20,8	21,4
С мульчированием междурядий соломой	без подкормки (контроль)	20,6	23,2	24,2	23,9	23,4	23,0	21,9	22,7	23,1
	Вермисол, 1 л/га	20,6	24,0	24,1	23,8	23,6	23,1	22,3	22,9	23,2

В фазе выметывания метелки у изучаемого гибрида кукурузы процентное снижение влаги на фоне без мульчирования независимо от подкормки комплексным водорастворимым удобрением в 10 см слое почвы опустилось до уровня устойчивого заведания (13,5-14,0 %), а на фоне соломенной мульчи оно колебалось от 16,6 до 17,2 %. В 20 см слое на обоих фонах процент содержания влажности составил 16,5-16,8 и 18,6-19,0 % соответственно (табл. 3).

К фазе молочно-восковой спелости сахарной кукурузы в слое 0-20 см на фоне мульчирования междурядий и неудобренном варианте влаги оставалось 16,1 %, а удобренном Вермисолом варианте равнялось 15,7 %. На немумльчированных вариантах эти величины были ниже и составили 14,4 и 13,9 %. Влажность 0-40 и 0-100 см слоя почвы была на всех фонах и вариантах к уборке сахарной кукурузы к фазе технической спелости примерно одинаковой (табл. 4).

Таблица 3 – Влажность почвы в посеве сахарной кукурузы в фазе выметывания в зависимости от мульчирования междурядий соломой и подкормки вегетирующих растений Вермисолом, % (2011-2013 гг.)

Фон мульчирования	Вариант подкормки вегетирующих растений кукурузы	Слой почвы, см								
		0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	0-40	0-100
Без мульчирования соломой	без подкормки (контроль)	13,5	20,0	20,0	20,3	19,6	19,2	16,8	17,7	18,8
	Вермисол, 1 л/га	14,0	19,0	19,2	19,0	19,7	19,2	16,5	17,4	18,4
С мульчированием междурядий соломой	без подкормки (контроль)	17,2	20,7	20,0	20,8	20,9	20,6	19,0	19,7	20,2
	Вермисол, 1 л/га	17,1	20,8	20,3	20,0	19,8	19,6	18,9	19,4	19,6

Таблица 4 – Влажность почвы в посеве сахарной кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна в зависимости от мульчирования междурядий соломой и подкормки вегетирующих растений Вермисолом, % (2011-2013 гг.)

Фон мульчирования	Вариант подкормки вегетирующих растений кукурузы	Слой почвы, см								
		0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	0-40	0-100
Без мульчирования соломой	без подкормки (контроль)	11,7	17,2	17,4	17,4	17,5	17,4	14,4	15,4	16,4
	Вермисол, 1 л/га	11,3	16,6	16,8	17,2	17,2	17,0	13,9	14,9	16,0
С мульчированием междурядий соломой	без подкормки (контроль)	13,6	18,2	18,3	17,8	17,6	17,2	16,1	16,8	17,2
	Вермисол, 1 л/га	13,4	18,1	18,0	17,6	17,4	17,2	15,7	16,5	17,0

Анализ урожайности початков сахарной кукурузы в фазе молочной спелости в зависимости от мульчирования междурядий в фазе 5-6 листьев и применения комплексного водорастворимого удобрения Вермисола,

1 л/га в сравнении с неудобренным вариантом показал, что изучаемое удобрение на обоих фонах давали прибавки урожайности (табл. 5). Надо отметить, что урожайность початков молочной спелости сахарной кукурузы независимо от мульчирования на неудобренном варианте комплексным водорастворимым удобрением была одинакова и не выходила за пределы наименьшей существенной разницы. Вместе с тем на удобренном фоне по соломенной мульче урожайность превышала НСР₀₅ по фактору В на варианте применения Вермисола на 8,0 ц/га.

Таблица 5 – Урожайность початков молочной спелости сахарной кукурузы в зависимости от мульчирования междурядий соломой и подкормки вегетирующих растений Вермисолом, ц/га

Фон мульчирования	Вариант подкормки вегетирующих растений кукурузы	Год исследований			Среднее за 2011-2013 гг.
		2011	2012	2013	
Без мульчирования соломой	без подкормки (контроль)	157,5	130,0	168,2	152
	Вермисол, 1 л/га	168,5	140,6	173,3	161
С мульчированием междурядий соломой	без подкормки (контроль)	166,5	133,5	173,1	158
	Вермисол, 1 л/га	172,0	149,2	186,1	169
НСР _{0,05}		3,4	2,8	3,3	-

Таким образом, комплексное водорастворимое удобрение Вермисол при мульчировании междурядий сахарной кукурузы соломой обеспечивало получение урожая кондиционных початков молочной (технической) спелости в условиях северо-восточной зоны Краснодарского края 169 ц/га, или на 11 ц/га больше, чем без обработки Вермисолом. Мульчирование междурядий соломой на неудобренном Вермисолом варианте увеличило урожайность початков на 6 ц/га, а на удобренном – на 17 ц/га.

Список литературы

1. Блажний, Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств (их свойства, происхождение и пути рационального хозяйственного использования) / Е.С. Блажний. – Краснодар, 1971. – 275 с.

2. Терпелец, В.И. Почвенно-агроэкологические основы рекультивации земель в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03 / Терпелец Виктор Иванович. – Краснодар, 2001. – 45 с.
3. Иванов, Н.Н. Кукуруза на зерно и силос / Н.Н. Иванов. – М.: «Колос», 1974. – 133 с.
4. Селянинов, Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР / Г.Т. Селянинов // В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: МСХ СССР, 1958. – С. 7-14.
5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепрпетровск, 1980. – 54 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 415 с.

References

1. Blazhnyj, E.S. Pochvy del'ty reki Kubani i prilegajushhih prostranstv (ih svojstva, proishlzhdenie i puti racional'nogo hozjajstvennogo ispol'zovanija) / E.S. Blazhnyj. – Krasnodar, 1971. – 275 s.
2. Terpelec, V.I. Pochvenno-agrojekologicheskie osnovy rekul'tivacii zemel' v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk: 06.01.03 / Terpelec Viktor Ivanovich. – Krasnodar, 2001. – 45 s.
3. Ivanov, N.N. Kukuruza na zerno i silos / N.N. Ivanov. – M.: «Kolos», 1974. – 133 s.
4. Seljaninov, G.T. Principy agroklmaticheskogo rajonirovanija SSSR / G.T. Selja-ninov // V kn.: Voprosy agroklmaticheskogo rajonirovanija SSSR. – M.: MSH SSSR, 1958. – S. 7-14.
5. Metodicheskie rekomendacii po provedeniju polevyh opytov s kukuruzoj. – Dnepropetrovsk, 1980. – 54 s.
6. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospheov. – M.: Kolos, 1985. – 415 s.