

DOI 10.5281/zenodo.10141865

EDN VMHEVA

УДК 633.15:631.5:631.871

Черкашина А. В., Приходько А. В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ПОСЕВА КУКУРУЗЫ НА КОЛИЧЕСТВО ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОСТАТКОВ ПРИ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ЗЕРНО

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Корне-поживные остатки полевых культур, в том числе кукурузы, являются одним из основных источников пополнения органического вещества почвы, что актуально для черноземов южных слабогумусированных, содержащих до 4 % гумуса. Цель исследований – оценить влияние сроков посева на количество послеуборочных остатков, органического вещества, поступающих в почву при возделывании кукурузы на зерно. Исследования проведены в 2016–2019 гг. в научном севообороте отделения полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Схема опыта: Фактор А – гибриды (Нур, Машук 220 МВ, Машук 355 МВ), фактор В – сроки посева (5, 15 и 25 апреля), фактор С – метеоусловия лет исследований (2016–2019 гг.). Общая площадь делянки 50 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная. Математическая обработка данных трехфакторного опыта – по Т.М. Литтлу и Ф. Дж. Хилзу (1981). В богарных условиях степной зоны Крыма на количество послеуборочных остатков кукурузы (с корнями) при выращивании ее на зерно оказывали существенное влияние условия года (доля действия 78,3 %), гибрид (4,7 %), сроки посева (1 %), а также взаимодействие факторов. Наиболее благоприятным был 2019 г. – в почву поступило 10,62 т/га растительных остатков, содержащих 10,09 т/га органического вещества, в составе которого – 5,0 т/га органического углерода. В среднем по опыту кукуруза на зерно оставила после себя 6,36 т/га органики с варьированием от 1,92 т/га до 12,56 т/га. Это количество эквивалентно 6,9–45,2 т/га подстилочного навоза крупного рогатого скота. Максимальную продуктивность обеспечивал гибрид Машук 355 МВ – 7,55 т/га биомассы, что на 15,9–18,9 % превысило другие гибриды. Лучшим сроком посева было 15 апреля, при котором получено побочной продукции 7,08 т/га, что на 8,1–9,3 % выше, чем при посеве пятого и 25 апреля.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), сроки посева, гибрид, послеуборочные остатки, органическое вещество, неорошаемые условия.

Для цитирования: Черкашина А. В., Приходько А. В. Результаты изучения влияния сроков посева кукурузы на количество послеуборочных остатков при ее возделывании на зерно // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 3 (35). С. 227–237. EDN: VMHEVA. DOI: 10.5281/zenodo.10141865.

For citation: Cherkashyna A. V., Prikhodko A. V. Effect of planting dates on the amount of post-harvest residues of corn cultivated for grain // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 3(35). P. 227–237. EDN: VMHEVA. DOI: 10.5281/zenodo.10141865.

Введение

Кукуруза – высокопродуктивная культура универсального использования, которую выращивают на зерно, силос, зеленую массу, используют в качестве промышленного сырья для производства биотоплива и биогаза. Из кукурузы производят более 3500 видов продукции [1, 2].

При возделывании кукурузы на зерно часть побочной продукции (стебли, листья, стержни, обертки початков и др.) может быть отчуждена и использована для

переработки в гранулы (брикеты) в энергетических целях. По показателям плавкости золы кукурузная солома приближается к древесной биомассе, что создает лучшие условия для горения по сравнению с соломой зерновых колосовых культур [3]. Однако в Крыму кукуруза занимает небольшие площади; также не отработаны мероприятия по сбору, логистике, хранению и переработке данной агробиомассы [3].

Более целесообразным решением является оставление в поле и рациональное использование растительных остатков на удобрение [4], что особенно актуально в связи с недостаточным внесением органических удобрений в земледелии региона и отрицательным балансом гумуса, макро- и микроэлементов в почвах [5].

Корне-поживные остатки полевых культур являются одним из основных источников пополнения органического вещества почвы [5]. Они оказывают многостороннее прямое и косвенное воздействие на физические, химические и биологические свойства почвы, ее воздушный, температурный и пищевой режимы. Поступление растительных остатков в почву и их трансформация в гумусовые вещества и органоминеральные комплексы представляет собой путь секвестрации углерода и снижения концентрации углекислого газа в атмосфере [6].

По поглощению углекислого газа и выделению кислорода кукуруза занимает одно из первых мест среди всех культурных растений и является более эффективной, чем лес аналогичной площади [1]. Это объясняется тем, что фотосинтез происходит по более эффективному С-4 пути, при котором продуктивность фотосинтеза единицы листовой поверхности за единицу времени в два-три раза выше, чем у растений, у которых С-3 путь фотосинтеза [1].

В растительных остатках кукурузы отношение зерна к соломе (в пересчете на сухое вещество) зависит от гибрида, условий возделывания, методики учета растительных остатков [7, 8] и варьирует в широких пределах — от 1:1 до 1:1,5 [7, 9]. При урожайности сухой массы зерна 10 т/га и отношении сухого вещества зерна к соломе 1:1,2–1,4 в почву поступит около 12–14 т биомассы. При заделке растительных остатков, которые содержат около 42 % углерода, в почву поступит 5,04–5,88 т органического углерода. Если учесть, что коэффициент гумификации органического вещества оставляет 0,25 %, то в почву с биомассой кукурузы поступит 1,26–1,47 т/га новообразованного гумуса [7].

Качество растительных остатков зависит как от химического состава (растворимый углерод, общий азот, лигнин, полифенолы, отношения С/Н, лигнин/Н, полифенол/Н и др.) и структуры клеток (особенно стенок) тканей, так и доступности почвенным микроорганизмам [5, 6]. Растительные остатки кукурузы имеют широкое отношение С:Н – 40:1. Они богаты углеродом (42–47 % сухой массы [7, 9]), но бедны азотом (0,42 % [9] – 1,62 % [5]). Причем в листьях содержание азота выше, чем в стеблях [10]. В корнях содержание азота выше, чем в поживных остатках [5]. Растительные остатки кукурузы по доступности разложения имеют низкое качество. Для традиционной системы земледелия это является недостатком. В системе минимальных и особенно нулевых обработок, кукуруза является культурой, растительные остатки которой в полном объеме могут выполнить мульчирующую роль, обеспечить высокую эффективность технологии благодаря поступлению в почву от 4–6 до 10 т/га растительных остатков [11, 12]. Для активизации их разложения рекомендовано внесение минеральных азотных удобрений 10–20 кг д.в. на тонну растительных остатков [6]. Однако биомасса кукурузы содержит растворимые углеводы [10], что ускоряет ее минерализацию.

На начальной стадии разложения растительной массы, когда происходит рост бактерий, мелкое измельчение оказывает положительное влияние на их минерализацию, что обусловлено как увеличением площади поверхности

растительных остатков, так и частичным разрушением лигнинового барьера. По мере освоения разлагаемых частиц гифами грибов разница в разложении частиц различного размера нивелируется [6].

При внесении в почву органической массы с широким отношением C/N, формировалось более разнообразное сообщество и более зрелая микробная система, а также наблюдался больший прирост биомассы грибов, что сопровождалось плавным изменением содержания микробного углерода и гумифицированного органического вещества [6].

По данным Н. М. Мудрых, И. А. Самофаловой [8], систематическое поступление органического вещества в почву положительно влияло на гумусное состояние почв.

Для сохранения черноземов южных слабогумусированных, которые содержат менее 4 % гумуса, актуальной проблемой является пополнение запасов органического вещества почвы [13, 14].

Цель исследований – оценить влияние сроков посева на количество послеуборочных остатков, органического вещества, поступающих в почву при возделывании кукурузы на зерно для воспроизводства органического вещества почвы.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в 2016–2019 гг. в восьмипольном научном севообороте отделения полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (с. Клепинино, Красногвардейский р-н, Республика Крым) на черноземе южном слабогумусированном. Мощность гумусового слоя (горизонт А) составляет 24–36 см, всего – 57–70 см. В пахотном слое содержится 2,4–2,7 % гумуса (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 5,2 мг/100 г почвы, подвижных форм фосфора – 1–2,5 мг/100 г почвы, калия – 42 мг/100 г почвы (по Мачигину). Сумма поглощенных щелочей – 28,5–38,3 мг-экв/100 г почвы. Валового азота в пашне – 0,11–0,12 %, фосфора – 0,20 %, калия – 1,96 %. Реакция почвенного раствора слабощелочная в верхнем горизонте (рН 7,7–7,9) [15].

Схема опыта включала следующие варианты: универсальные гибриды кукурузы разных групп спелости (фактор А) – раннеспелый Нур, среднеранний Машук 220 МВ, среднеспелый Машук 355 МВ, сроки посева (фактор В) – пятого, 15 и 25 апреля, метеоусловия лет исследований (фактор С) – 2016–2019 гг.

Предшественником служили зерновые колосовые культуры. Закладку опытов проводили в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [16]. Общая площадь делянки 50 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная. Посев производили сеялкой СПУ-8.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом трехфакторного дисперсионного анализа по Т. М. Литтлу и Ф. Дж. Хилзу [17].

По данным агрометеорологической станции Клепинино, среднесуточная температура воздуха за период апрель–сентябрь 2016–2019 гг. превышала среднемноголетнюю норму на 1,3–2,5 °С (рисунок 1).

Сумма активных температур за период вегетации кукурузы в 2018 г. была максимальной за годы исследований и составила 3721,8 °С, что выше многолетней нормы на 543,8 °С (17,1 %).

Количество осадков сильно варьировало по годам исследований, а также по месяцам – 2016 г. характеризовался избыточным увлажнением, за период апрель–сентябрь выпало 521,9 мм осадков, что превысило среднемноголетнюю норму более чем в два раза (рисунок 2).

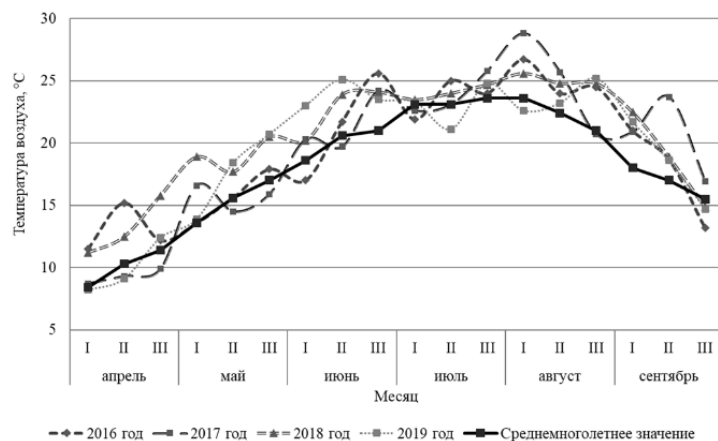


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха в годы исследований

Самой низкой теплообеспеченностью характеризовался 2017 г., наибольшей – 2018.

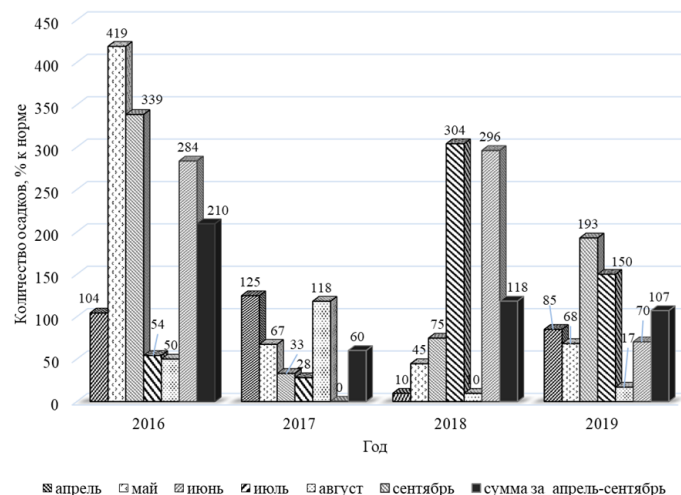


Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков, выраженное в процентах к среднегодовому значению

В 2017 г. период вегетации кукурузы был экстремально засушливым, 2018 и 2019 гг. по сумме осадков за апрель–сентябрь были близкими к среднегодовому значению.

Низкая влажность воздуха является фактором, усугубляющим дефицит почвенной влаги в весенние и летние месяцы в степной зоне Крыма. В среднем за 2016–2019 гг. количество дней с влажностью воздуха 30 % и ниже превысило среднегодовое значение на шесть дней (13,9 %). Этот показатель варьировал от 23 дней (46 % нормы) в 2019 г. до 83 дней в 2017 г., что составило 193 % нормы.

Запасы продуктивной влаги в почве в период посева за все годы проведения опытов были достаточными для получения дружных и своевременных всходов.

Результаты и их обсуждение

В условиях степной зоны Крыма масса послеуборочных остатков кукурузы (с корнями) в пересчете на сухое вещество зависела от всех изучаемых факторов (гибрида, срока посева, условий года), а также их взаимодействия (таблица 1).

Установлено наибольшее влияние условий года (фактор С) на массу растительных остатков кукурузы (доля влияния 78,3 %). По фактору С средние значения варьировали от 3,48 т/га в 2017 г. до 10,62 т/га в 2019 г. Крым является зоной

рискованного земледелия, поэтому широкий размах варьирования продуктивности кукурузы в большей степени обусловлен условиями увлажнения [18]. Табаленкова Г. Н. с соавторами также сообщает, что погодные условия вегетации оказывали существенное влияние на накопление биомассы растений кукурузы гибрида Дорка МГТ в Республике Коми [19].

В среднем за время проведения опыта максимальное количество растительной массы оставлял после себя среднеспелый гибрид кукурузы Машук 355 МВ – на 1,43 т/га (18,9 %) и 1,20 т/га (15,9 %) больше по сравнению с гибридами Нур и Машук 220 МВ. Доля действия фактора А (гибрид) составила 4,7 % (рисунок 3).

Таблица 1 – Масса послеуборочных остатков кукурузы (с корнями) с гектара в пересчете на сухое вещество, т

Гибрид (фактор А)	Срок посева (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2016	2017	2018	2019		
Нур	5 апреля	5,13	2,81	3,67	11,01	6,12	6,42
	15 апреля	5,24	3,16	5,04	11,09		7,08
	25 апреля	7,24	3,82	5,97	9,25		6,51
Машук 220 МВ	5 апреля	5,84	3,44	5,93	9,72	6,35	
	15 апреля	5,61	3,72	7,25	9,86		
	25 апреля	5,51	2,00	8,64	8,75		
Машук 355 МВ	5 апреля	8,60	3,72	6,18	11,04	7,55	
	15 апреля	6,96	5,78	8,20	13,11		
	25 апреля	5,33	2,85	7,09	11,73		
Средние по фактору С		6,16	3,48	6,44	10,62		

Примечание. НСР_{0,5} по факторам А – 0,464; В – 0,464; С – 0,536; АВ – 0,804; АС – 0,928; ВС – 0,928; АВС – 1,607.

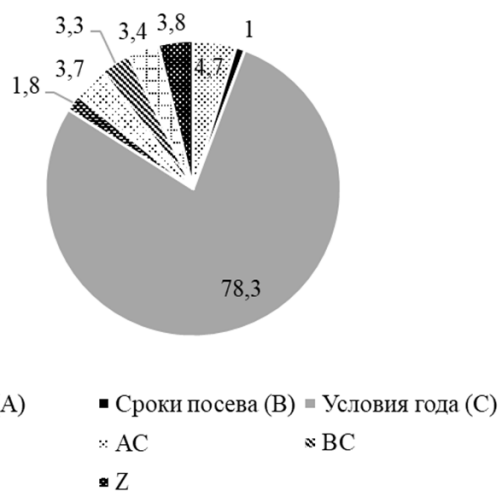
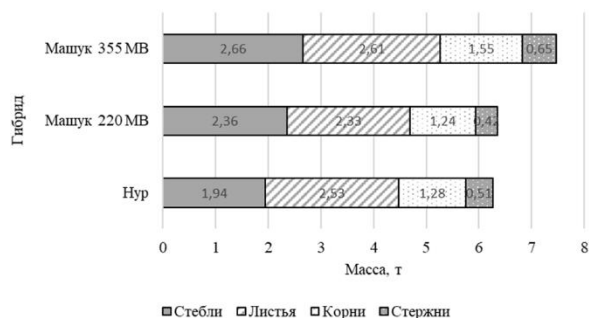


Рисунок 3 – Доля действия факторов на количество растительных остатков, оставляемых кукурузой при выращивании на зерно, 2016–2019 гг., %

Доля влияния сроков посева гибридов кукурузы (фактор В) была меньше, чем у предыдущего фактора (1 %). Однако влияние данного фактора доказано: при посеве 15 апреля формировался более продуктивный агроценоз, получено побочной продукции на 0,66 т/га (9,3 %) и 0,57 т/га (8,1 %) больше, чем при посеве пятого и 25 апреля соответственно.

Сухая биомасса кукурузы содержит 47 % органического углерода [9], в среднем по опыту растительные остатки накапливали 3,1 т/га углерода, размах варьирования составил от 0,94 до 6,16 т/га.

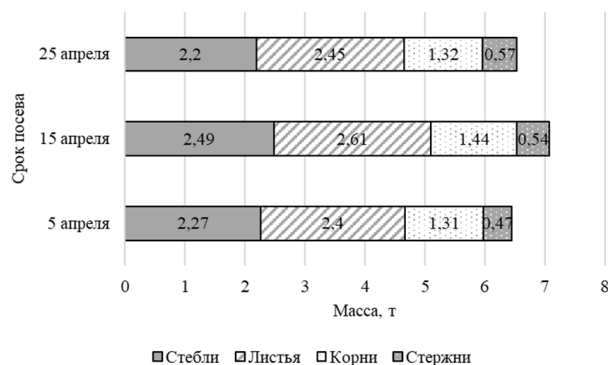
Состав послеуборочных остатков варьировал в зависимости от гибрида. Стебли и листья преобладали в растительной массе гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ – их содержалось 37 и 35 % соответственно. У гибрида Нур в послеуборочных остатках преобладали листья (40 %). В ряду гибридов кукурузы Нур – Машук 220 МВ – Машук 355 МВ сбор стеблей с гектара достоверно увеличивался на 0,42 т/га (21,6 %) и 0,30 т/га (12,7 %). Гибрид Машук 220 МВ уступал другим гибридам по массе листьев. Максимальная масса корней и стержней отмечена у гибрида кукурузы Машук 355 МВ (рисунок 4).



Примечание. НСР₀₅ для стеблей – 0,13 т, листьев – 0,24 т, корней – 0,11 т, стержней – 0,10 т.

Рисунок 4 – Структура послеуборочных остатков кукурузы, полученных с гектара (в пересчете на сухое вещество) в зависимости от гибрида кукурузы (средние по фактору А), 2016–2019 гг.

При посеве 15 апреля агроценоз кукурузы формировал наибольшую массу стеблей и корней, существенной разницы по содержанию других частей растений не выявлено (рисунок 5).



Примечание. НСР₀₅ для стеблей – 0,13 т, листьев – 0,24 т, корней – 0,09 т, стержней – 0,11 т.

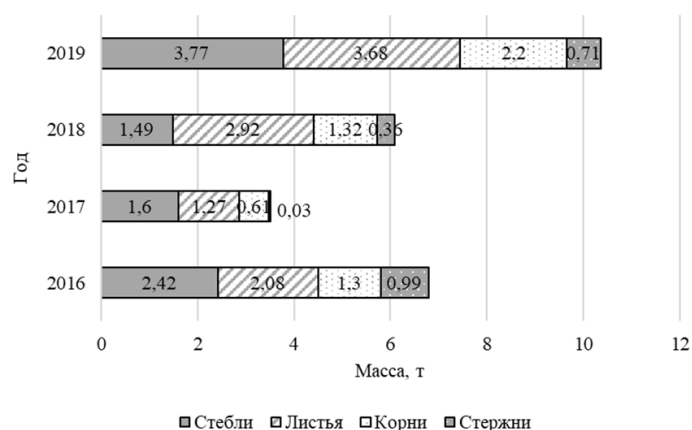
Рисунок 5 – Структура послеуборочных остатков кукурузы, полученных с гектара (в пересчете на сухое вещество) в зависимости от сроков посева (средние по фактору В), 2016–2019 гг.

Наблюдали тенденцию к увеличению массы листьев при посеве кукурузы в вышеуказанный срок.

Наибольшая вариабельность состава растительных остатков кукурузы отмечалась по годам исследований. В неурожайном 2017 г. 46 % массы составляли стебли, а стержней початков было минимальное количество – 2,0 %. В достаточно

благоприятном 2018 г. состав растительных остатков был более качественный, в составе биомассы преобладали листья – 48 %, стеблей было минимальное за все годы количество – 24 %. Корней содержалось от 17 % (в 2017 г.) до 22 % (в 2018 г.) от биомассы (рисунок 6).

В среднем по опыту кукуруза на зерно оставила после себя 6,36 т/га органики, что выше поступления органического вещества при сидерации донника, эспарцета, тритикале озимой в условиях степной зоны Крыма [20] и эквивалентно 22,9 т/га подстилочного навоза крупного рогатого скота [21] (таблица 2).



Примечание. НСР₀₅ для стеблей – 0,15 т, листьев – 0,28 т, корней – 0,11 т, стержней – 0,12 т.

Рисунок 6 – Структура послеуборочных остатков кукурузы, полученных с гектара (в пересчете на сухое вещество) в зависимости от года исследований (средние по фактору С), 2016–2019 гг.

Таблица 2 – Масса органического вещества, содержащаяся в пожнивных остатках кукурузы на зерно с гектара, в пересчете на сухое вещество, т

Гибрид (фактор А)	Срок посева (фактор В)	Год (фактор С)				Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2016	2017	2018	2019		
Нур	5 апреля	4,81	2,64	3,45	10,33	5,84	6,06
	15 апреля	4,96	3,65	4,77	10,50		6,80
	25 апреля	6,88	3,63	5,68	8,79		6,22
Машук 220 МВ	5 апреля	5,50	3,24	5,58	9,15	6,03	
	15 апреля	5,33	3,53	6,88	9,36		
	25 апреля	5,27	1,92	8,26	8,37		
Машук 355 МВ	5 апреля	8,17	3,54	5,87	10,5	7,21	
	15 апреля	6,67	3,53	7,86	12,56		
	25 апреля	5,11	2,73	6,79	11,25		
Средние по фактору С		5,85	3,38	6,13	10,09		

Примечание. НСР_{0,5} по факторам: А – 0,442; В – 0,442; С – 0,510; АВ – 0,765; АС – 0,883; ВС – 0,883; АВС – 1,530.

Этот показатель сильно варьировал в зависимости от гибрида, срока посева и условий года от 1,92 т/га (гибрид Машук 220 МВ, срок посева 25 апреля, 2017 г.) до 12,56 т/га (Машук 355 МВ, срок посева 15 апреля, 2019 г.). В пересчете на подстилочный навоз крупного рогатого скота, его поступление на гектар составляло от 6,9 до 45,2 т. В среднем за годы исследований максимальное количество органики поступило в почву с растительными остатками при посеве 15 апреля – на 0,74 т/га (12,2 %) и 0,58 т/га (9,3 %) больше, чем при посеве пятого и 25 апреля соответственно.

Выводы

В богарных условиях степной зоны Крыма на количество послеуборочных остатков кукурузы (с корнями) при выращивании ее на зерно оказывали существенное влияние условия года (доля действия 78,3 %), гибрид (4,7 %), сроки посева (1 %), а также взаимодействие факторов.

Наиболее благоприятным был 2019 г. – в почву поступило 10,62 т/га растительных остатков, содержащих 10,09 т/га органического вещества, в составе которого 5,0 т/га органического углерода. Однако в острозасушливых условиях 2017 г. продуктивность растений кукурузы резко снизилась – получено 3,48 т/га растительных остатков.

Максимальное количество послеуборочных остатков поступало в почву после гибрида кукурузы Машук 355 МВ – 7,55 т/га, что на 1,43 т/га (18,9 %) и 1,20 т/га (15,9 %) больше по сравнению с гибридами Нур и Машук 220 МВ.

Лучшим сроком посева было 15 апреля, при котором формировался более продуктивный агроценоз: получено побочной продукции 7,08 т/га, что на 0,66 т/га (9,3 %) и 0,57 т/га (8,1 %) больше, чем при посеве пятого и 25 апреля соответственно.

В среднем по опыту кукуруза на зерно оставила после себя 6,36 т/га органики, Этот показатель сильно варьировал в зависимости от гибрида, срока посева и условий года – от 1,92 т/га до 12,56 т/га, что эквивалентно 6,9–45,2 т/га подстилочного навоза крупного рогатого скота.

Литература

1. Кукуруза. Выращивание, уборка, консервирование и использование // Под общ. ред. Д. Шпаара. М.: ДАВ АГРОДЕЛО, 2014. 389 с.
2. Erenstein O., Jaleta M., Sonder K., Mottaleb K., Prasanna B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications // Food Security. 2022. Vol. 14. P. 1295–1319. DOI: 10.1007/s12571-022-01288-7.
3. Драгнев С. В., Железная Т. А., Гелетуха Г. Г. Возможности заготовки побочной продукции кукурузы на зерно для энергетического использования в Украине. Аналитическая записка БАУ. 2016 № 16. 52 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uabio.org/materials/8685/> (дата обращения 10.07.2023).
4. Волошин Е. И., Ивченко В. К., Количенко А. А. Особенности накопления растительных остатков яровой пшеницы на государственных сортоучастках Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6(171). С. 47–57. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-47-57.
5. Стулин А. Ф., Верховцева Н. В. Баланс питательных веществ и накопление корневых и пожнивных остатков в кукурузном агроценозе при длительном применении удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. 2022. № 1. С. 3–9. DOI: 10.26178/AE.2022.90.75.001.
6. Семенов В. М., Ходжаева А. К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // Агрохимия. 2006. № 7. С. 63–81.
7. Шекунова С. Ф. Известкование и разложение пожнивных остатков кукурузы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/izvestkovanie-i-razlozhenie-pozhnyvnyh-ostatkov-kukuruzu> (дата обращения 14.08.2023).
8. Мудрых Н. М., Самофалова И. А. Опыт использования растительных остатков в почвах нечерноземной зоны России (обзор) // Пермский аграрный вестник. 2017. № 1(17). С. 88–97.
9. Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Бирюкова О. М., Кирдун Т. М., Белявская Ю. А., Торчило М.М. Коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию и содержание основных элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь // Почвоведение и агрохимия. 2016. № 2(57). С. 78–89.
10. Табаленкова Г. Н., Дымова О. В., Головки Т. К. Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики // Аграрный вестник Урала. 2020. № 3(194). С. 57–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65.
11. Гилев С. Д., Цымбаленко И. Н., Замятин А. А., Курлов А. П. Эффективность технологий прямого посева при возделывании зерновых и зернобобовых культур в условиях Зауралья // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Курганского НИИСХ и 100-летию Шадринского опытного поля «Современные проблемы земледелия Зауралья и пути их научно обоснованного решения». Садовое: ООО «Куртамышская типография», 2014. С. 20–26.

12. Турин Е. Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева в мире (Обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2(22). С. 150–168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.
13. Приходько А. В., Черкашина А. В., Караева Н. В. Влияние фитомелиорантов на показатели плодородия чернозема южного // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 159–170.
14. Стекольников К. Е. Органическое земледелие в России – благо или катастрофа? // Биосфера. 2020. Т. 12. № 1–2. С. 53–62. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537.
15. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
16. Филев Д. С., Циков В. С., Золотов В. И., Логачев Н. И., Телятников Н. Я., Пономаренко А. К. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой // Днепропетровск: Городская типография № 3. 1980. 54 с.
17. Литтл Т. М., Хиллз Ф. Дж. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. М.: Колос, 1981. 320 с.
18. Черкашина А. В. Влияние элементов технологии и гидротермических условий на урожайность зерна кукурузы гибридов разных групп спелости в неорошаемых условиях степной зоны Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 290–294. DOI: 10.21515/1999-1703-85-290-294.
19. Табаленкова Г. Н., Силина Е.В., Дымова О.В., Далькэ И.В., Головки Т.К. Формирование урожая и качество зеленой массы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(5). С. 689–697. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.689-697.
20. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V., Zubochenko A. A., Svyatyuk Y. V., Gongalo A. A., Pikhtereva A. V., Moreva T. B. Influence of composition species of green manure crops on soil fertility // proceedings of materials of IOP Conference. Series “Earth and Environmental Science”. Ussurijsk, 2021. Art. No. 032022. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032022.
21. Державин Л. М., Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е. Методология комплексного применения удобрений и пестицидов в интенсивном земледелии. М.: ВНИИА, 2016. 344 с.

References

1. Corn. Cultivation, harvesting, canning and utilization // Under general editorship of D. Shpaar. 5th edition. Moscow: DAV AGRODELO, 2014. 389 p.
2. Erenstein O., Jaleta M., Sonder K., Mottaleb K., Prasanna B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications // Food Security. 2022. Vol. 14. P. 1295–1319. DOI: 10.1007/s12571-022-01288-7.
3. Dragnev S., Zheliezna T., Geletukha G. Opportunities for harvesting by-products of grain corn for energy production in Ukraine // Bioenergy Association of Ukraine (UABio) Position Paper. 2016. No. 16. 52 p. [Electronic resources]. Access point: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/01/position-paper-uabio-16-en.pdf> (reference's date 10.07.2023).
4. Voloshin E. I., Ivchenko V. K., Kolichenko A. A. Features of the accumulation of spring wheat residues in state variety sites of the Krasnoyarsk region // Bulletin of KSAU. 2021. No. 6(171). P. 47–57. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-47-57.
5. Stulin A. F., Verkhovtseva N. V. The balance of nutrients and the accumulation of root and crop residues in the corn agrocenosis with long-term application of fertilizers // Agrochemistry and Ecology Problems. 2022. No. 1. P. 3–9. DOI: 10.26178/AE.2022.90.75.001.
6. Semenov V. M., Khodzhaeva A. K. Agroecological functions of plant residues in soil // Agrohimiya. 2006. No. 7. P. 63–81.
7. Shekunova S. F. Liming and decomposition of maize crop residues [Electronic resource]. Access point: <https://glavagronom.ru/articles/izvestkovanie-i-razlozhenie-pozhniivnyh-ostatkov-kukuruzy> (reference's date 14.08.2023).
8. Mudryh N.M., Samofalova I.A. On to the experience of the usage of plant residues in soils of non-black soil zone of Russia (review) // Perm Agrarian Journal. 2017. No. 1(17). P. 88–97.
9. Bogatyrova E. N., Seraya T. M., Biryukova O. M., Kirdun T. M., Belyavskaya Yu. A., Torchilo M. M. Conversion coefficients of grain and seed in by-products and the content of main nutrients in by-products of agricultural crops in the Republic of Belarus // Pochvovedenie i agrokimiya. 2016. No. 2(57). P. 78–89.
10. Tabalenkova G. N., Dymova O.V., Golovko T.K. Productivity and composition of maize biomass in the central agroclimatic region of the Komi Republic // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). P. 57–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65.
11. Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Zamyatin A.A., Kurlov A.P. Efficiency of direct seeding technologies in cultivation of grain and legume crops under Trans-Urals conditions // Modern problems of farming in the Trans-Urals and ways of their scientifically sound solutions: Proceedings of the international

scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Kurgan Research Institute of Agriculture and the 100th anniversary of the Shadrinskoye experimental field. Sadovoye: Kurtamysch printing house OOO (Limited Liability Company), 2014. P. 20-26.

12. Turin E. N. Advantages and disadvantages of no-till farming around the world (review) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 2(22). P. 150–168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.

13. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V., Karaeva N. V. Influence of phytomeliorants on fertility indicators of chernozems southern // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 159–170.

14. Stekolnikov K. E. Organic agriculture in Russia: a good or a disaster? // Biosfera. 2020. Vol. 12. No. 1–2. P. 53–62. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537.

15. Polovitsky I. Ya. Gusev P. G. Soils of the Crimea and increasing their fertility. Simferopol: Tauria, 1987. 152 p.

16. Filev D. S., Tsikov V. S., Zolotov V. I., Logachev N. I., Telyatnikov N. Ya. Ponomarenko A. K. Methodical recommendations for conducting field experiments with maize // Responsible for the issue I. D. Tkalic. Dnepropetrovsk: Gorodskaya tipografiya No. 3, 1980. 54 p.

17. Little T. M., Hills F. J. Agricultural experimentation: design and analysis / Ed. by Vasilyeva D. V. Moscow: Kolos, 1981. 320 p.

18. Cherkashyna A. Influence of elements of cultivation technology and hydrothermal conditions on yield of maize hybrids of different maturity groups under non-irrigated conditions in the steppe zone of the Crimea // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. No. 85. P. 290–294. DOI: 10.21515/1999-1703-85-290-294.

19. Tabalenkova G. N., Silina E. V., Dymova O. V., Dalke I. V., Golovko T. K. Crop formation and green mass quality of maize under conditions of central agroclimatic region of Komi Republic // Agricultural Science Euro-North-East. 2021. No. 22(5). P. 689–697. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.689-697.

20. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V., Zubochenko A. A., Svyatyuk Y. V., Gongalo A. A., Pikhtereva A. V., Moreva T. B. Influence of composition species of green manure crops on soil fertility // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937. Art. No. 032022. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032022.

21. Derzhavin L. M., Afanasyev R. A., Merzlaya G. E. Methodology of complex application of fertilizers and pesticides in intensive farming. Moscow: D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry (VNIIA), 2016. 344 p.

UDC 633.15:631.5:631.871

Cherkashyna A. V., Prikhodko A. V.

EFFECT OF PLANTING DATES ON THE AMOUNT OF POST-HARVEST RESIDUES OF CORN CULTIVATED FOR GRAIN

Summary. *Root and stubble residues of field crops, including corn, are one of the main sources of replenishment of soil organic matter, which is relevant for southern low humus chernozems, the humus content in which is lower than 4 %. This research aimed to evaluate the effect of planting dates on the amount of post-harvest residues and organic matter entering the soil during cultivation corn for grain purposes. The studies were carried out in 2016-2019 at the experimental field of the Field Crops Department – structural unit of the Research Institute of Agriculture of Crimea. The experimental design included the following options: Factor A – hybrids ('Nur', 'Mashuk 220 MV', 'Mashuk 355 MV'); Factor B – planting dates (April 5, 15 and 25); Factor C – weather conditions of the years of research (2016-2019). The total area of the experimental plot – 50 m², accounting – 25 m². Field experiments were replicated four times. Mathematical processing of the research results of the three-factor experiment was carried out according to T.M. Little and F.J. Hills Agricultural Experimentation: Design and Analysis (1981). Under rainfed conditions of the steppe zone of Crimea, significant influence on the amount of post-harvest residues of corn (with roots) cultivated for grain had weather conditions of the year (78.3%), hybrid (4.7%), planting dates (1%), as well as the interaction of factors. The most favourable year – 2019: 10.62 t/ha of crop residues were incorporated in soil, which contained 10.09 t/ha of organic matter with 5.0 t/ha of organic carbon. On average, corn left 6.36 t/ha of organic matter (from*

1.92 to 12.56 t/ha depending on the variant of the experiment). This amount was equivalent to 6.9-45.2 t/ha of cattle manure. 'Mashuk 355 MV' was the most productive: it provided 7.55 t/ha of biomass, which was 15.9%-18.9% higher than that of other hybrids. On average, for the period from 2016 to 2019, the best planting date was April 15th, when by-product yield reached 7.08 t/ha, which was 8.1-9.3% higher than if corn was sown on April 5th or 25th.

Keywords: corn (*Zea mays* L.), planting date, hybrid, post-harvest residues, organic matter, non-irrigated conditions.

Черкашина Анна Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: cherkashyna_a@niishk.site.

Приходько Александр Валентинович, старший научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: prihodko_a@niishk.site.

Cherkashyna Anna Vladimirovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: cherkashyna_a@niishk.site.

Prihodko Aleksandr Valentinovich, senior researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: prihodko_a@niishk.site.

Дата поступления в редакцию – 14.07.2023

Дата принятия к печати – 18.09.2023