

В. А. Ладатко, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом
технологии возделывания риса;

М. А. Ладатко, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией
сортовой агротехники и паспортизации сортов риса,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт риса
(350921, г. Краснодар, п. Белозёрный, д. 3; 8(918)690-82-95, valery.ladatko@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ СЖИГАНИЯ РИСОВОЙ СОЛОМЫ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Несмотря на существующие запреты на сжигание рисовой соломы в результате объективных причин (отсутствие технических средств для измельчения и заделки соломы), на сегодняшний день, равно как и на протяжении всего периода существования отечественного рисоводства, такой способ утилизации соломы остается единственно возможным. Однако остаются невыясненными краткосрочные и долгосрочные экологические последствия этого способа удаления незерновой части урожая с поля. В статье представлены данные об изменении температурного режима почвы при сжигании рисовой соломы. Исследованиями, проведенными в СХП «Марьянское» Красноармейского района Краснодарского края установлено, что сжигание соломы в количестве 8,2-9,3 т/га приводит к повышению температуры на поверхности почвы под валком до 590-630°C. При этом скорость набора температуры составляет 470°C/мин., а в отдельные промежутки времени – более 50°C/с. Последующее снижение температуры протекает более плавно, а наиболее продолжительным является уменьшение её после 130°C, то есть в период тления золы. Однако даже такие высокие температуры не приводят к прогреванию почвы на изучаемых глубинах более 25°C. При этом даже в верхнем 0-2 см слое почвы не происходит выгорание гумуса, а на поверхности почвы остаются не полностью сгоревшими не только остатки стерни, но и мелкие частицы соломы и лузги. С увеличением расстояния вглубь от поверхности почвы время отклика на температурный стресс было более продолжительным, а само повышение температуры менее ощутимым. Так, на глубине 4, 6, 8 и 10 см максимальный нагрев почвы составил 3,1-3,9, 2,0-2,2, 1,1-1,2 и 0,2-0,3°C соответственно.

Ключевые слова: рис, солома, температура почвы, гумус.

V.A. Ladatko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of rice
cultivation technology;

M.A. Ladatko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of varietal
agrotechnology and rice variety characteristics,
FSBSI All-Russian Research Institute of Rice

EFFECT OF RICE STRAW BURNING ON SOIL TEMPERATURE REGIME

In spite of the existing bans of rice straw burning, that have objective reasons (lack of technical means for mincing and plowing of straw) during the whole period of domestic production, this way of rice straw utilization remains the only possible one. However, the short-term and long-term consequences of the methods of removing of the grain part of the yield from the fields remain unsolved. The article has presented the data about the change of soil temperature regime during rice straw burning. The researches carried out in 'Maryanskoe' (Krasnoarmeysky region, Krasnodar Area) showed that burning of 8.2-9.3 tons of straw per ha increases soil temperature up to 590-630°C. The speed of temperature increase is of 470°C a minute, in some periods it is more than 50°C a second. The subsequent decrease of temperature runs more smoothly, after 130°C (in the period of smoldering ash) it decreases slower. However, even such high temperatures do not heat soil more than 25°C at the studied depths. Even in the upper layer of the soil (0-2 cm) the humus does not burn, and on the surface of the soil there is incompletely burnt debris of stalks, fine particles of straw and husk. Increase of the depth from the surface of soil the response to the temperature stress was more continuous, and the temperature increase itself was less noticeable. On the depth of 4,6,8 and 10 cm the maximum heat of the soil was 3.1-3.9, 2.0-2.2, 1.1-1.2 and 0.2-0.3°C respectively.

Keywords: *rice, straw, soil temperature, humus.*

Введение. При достигнутом в Краснодарском крае уровне урожайности риса в последние годы на полях остается более 700 тыс. тонн соломы, которая в нарушение принятых федеральных и краевых законов (закон Краснодарского края № 734 от 02.07.2004 г. «Об охране атмосферного воздуха на территории Краснодарского края» и федеральные законы № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», № 89-ФЗ от 24.06.1998 «Об отходах производства и потребления» и № 96-ФЗ от 04.05.1999 «Об охране атмосферного воздуха») повсеместно сжигается. Запрет на такой способ утилизации пожнивных остатков установлен и правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ01-03), утверждёнными приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18 июня 2003 г. за № 4838.

Упомянутые ограничительные меры на сжигание соломы в основном направлены на охрану атмосферного воздуха [1]. Между тем, такой способ утилизации незерновой части урожая сопровождается и рядом других негативных последствий. В рекомендациях

по природоохранной технологии использования соломы на удобрение приводятся данные о том, что при сжигании соломы в количестве 6 т/га температура на поверхности почвы достигает 360°C, а на глубине 5 см не превышает 50°C. При этом выгорание гумуса отмечается в слое 0-5 см, а потери воды в слое – 0-10 см, причем на количественные значения этих показателей большое влияние оказывает время сжигания соломы. Так, при проведении этой операции на 2^й день после уборки из почвы теряется 2,89 т/га гумуса и 23,6 м³/га воды, а на 14^й день после уборки, когда солома, стерня и поверхность почвы еще сильнее подсыхали – потери гумуса возросли до 7,31 т/га, а воды – до 69,4 м³/га [2].

Аналогичные сведения приводятся и в других литературных источниках [3, 4, 5, 6], однако ни в одной из этих работ нет сведений о том, кем и когда проводились эти исследования. Более того, вызывает сомнение правомерность экстраполяции этих результатов исследований, полученных, судя по всему, в богарных условиях на рисовых почвах, отличающиеся повышенной влажностью и более низкой температурой в период проведения сельскохозяйственных палов.

Цель работы – изучить температурный режим почвы при сжигании рисовой соломы.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2014–2015 гг. на рисовой оросительной системе СХП «Марьянское» Красноармейского района Краснодарского края. После выбора опытного участка на нем проводили измерение высоты стерни, с учетом которой рассчитывали количество соломы, находящейся в валке. Далее осуществляли программирование электронных самописцев. Затем на выбранном участке раздвигали солому и по центру валка выкапывали яму, одна из сторон которой имела вертикальный срез. При помощи пластикового направляющего бруска и стального шила через каждые 2 см в почве делали горизонтальные проколы на глубину 15 см. В проделанные отверстия вставляли термодатчики, после чего яму засыпали почвой. Сверху укладывали солому и производили поджег валка (рис. 1).



Рис. 1. Подготовка опытного участка к проведению измерений

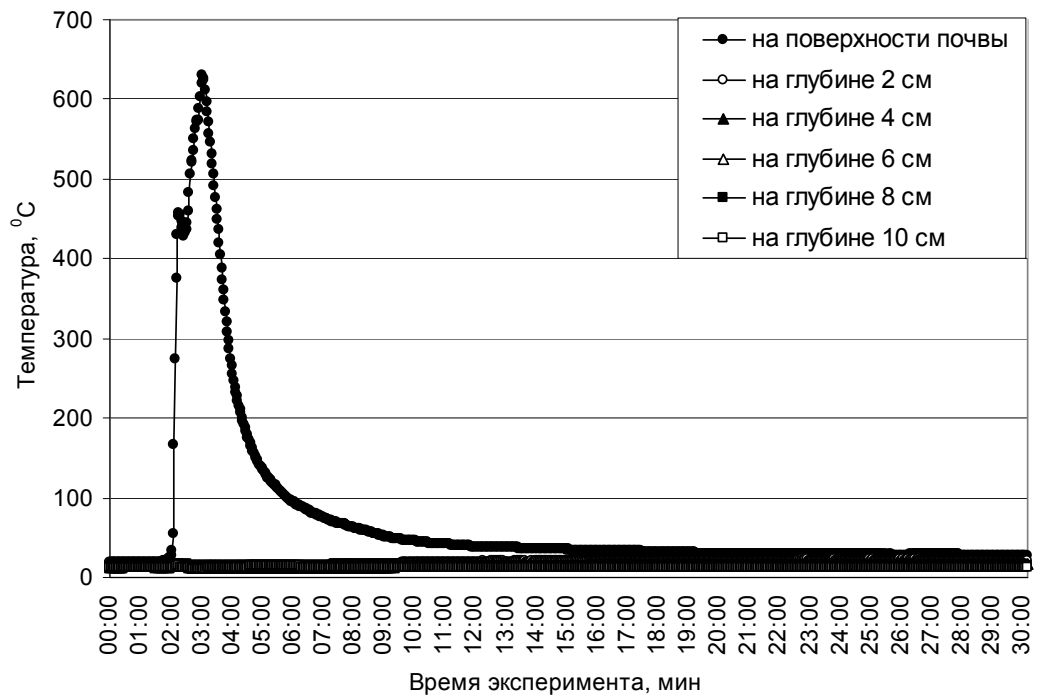


Рис. 2. Динамика температуры почвы при сжигании соломы в валке (масса соломы – 9,3 т/га, высота среза – 10-12 см), 2014 г.

Измерения температуры почвы осуществляли в соответствии с методикой проведения режимных наблюдений [7]. Для измерения температуры почвы при сжигании

соломы были использованы термоэлектрические преобразователи типа ТХК-01 в комплекте с измерительным комплексом iBDL Ревизор. Термопары устанавливали на поверхности почвы и на глубине 2, 4, 6, 8, 10 см. Частота проведения измерений температуры – 30 раз в минуту. Влажность соломы и почвы определяли термостатно-весовым методом [8], а содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову и Гриндель [9].

Результаты. В 2014 г. при урожайности соломы 9,3 т/га и высоте среза 10-12 см ее масса в валках составила 7,7 т/га. С учетом ширины валка сжиганию подвергалось 8,0 т/га растительных остатков (солома + стерня под валком). Как видно из графика, представленного на рисунке 2, сжигание этого количества надземной биомассы привело к увеличению температуры на поверхности почвы до 630,6°C. От исходного значения (19,8°C) до максимума она возросла за 1,5 минуты, то есть скорость набора температуры составила 470°C/мин., а в отдельные промежутки времени доходила до 50°C/с. Последующее снижение температуры протекало более плавно. На первые сто градусов она уменьшилась за 18 секунд, то есть скорость падения температуры составила 333°C/мин. Дальнейшее последовательное снижение температуры до 130°C заняло 15, 13, 21 и 57 секунд на каждые 100°C, при этом темпы ее уменьшения составили 400, 461, 286 и 105°C/мин. соответственно. То есть, по окончании фазы активного горения происходит быстрое остывание обуглившихся пожнивных остатков. Наиболее продолжительным было уменьшение температуры на поверхности почвы с 130 до 30°C, занявшее более 14 минут и охватывающее период тления золы.

Однако даже такие высокие температуры не привели к прогреванию почвы на изучаемых глубинах более 25°C. При этом на поверхности почвы остались не полностью сгоревшими не только остатки стерни, но и мелкие частицы соломы и лузги (рис. 3).



Рис. 3. Остатки несгоревшей стерни, лузги и мелких частичек соломы после сгорания валка соломы

На глубине 2 см повышение температуры началось только после того как на поверхности почвы она уже снизилась до 206°С. Плавное увеличение её продолжалось почти 26 минут, и за это время она возросла всего на 7,7°С достигнув 22,3°С. С увеличением расстояния от поверхности почвы время отклика на температурный стресс, то есть период времени, через который начиналось повышение температуры, было более продолжительным, а само повышение температуры менее ощутимым. На глубине 4, 6, 8 и 10 см максимальный прирост температуры составил 3,9, 2,2, 1,1 и 0,3°С, а абсолютные её значения – 17,6, 15,7, 14,3 и 13,3°С соответственно.

В 2015 г. при урожае соломы на опытном поле 8,2 т/га и высоте среза 10-12 см ее масса в валках составила 6,8 т/га, а с учетом ширины валка сжиганию подвергалось 7,0 т/га надземной биомассы (солома + стерня под валком).

При сгорании ее температура на поверхности почвы увеличилась до 590,2°С (рис. 4). При этом скорость набора температуры в отдельные промежутки времени так же, как и в 2014 году, достигала 50°С/сек. От исходного (13,8°С) до максимального значения она возросла за 28 секунд, то есть почти в три раза быстрее, чем при сжигании большего количества соломы. Это обусловлено, во-первых, ветреной погодой во время сжигания соломы и, во-вторых, меньшей ее влажностью, значение которой составило 10,8 % в 2014 году и 8,5 % в 2015 году.

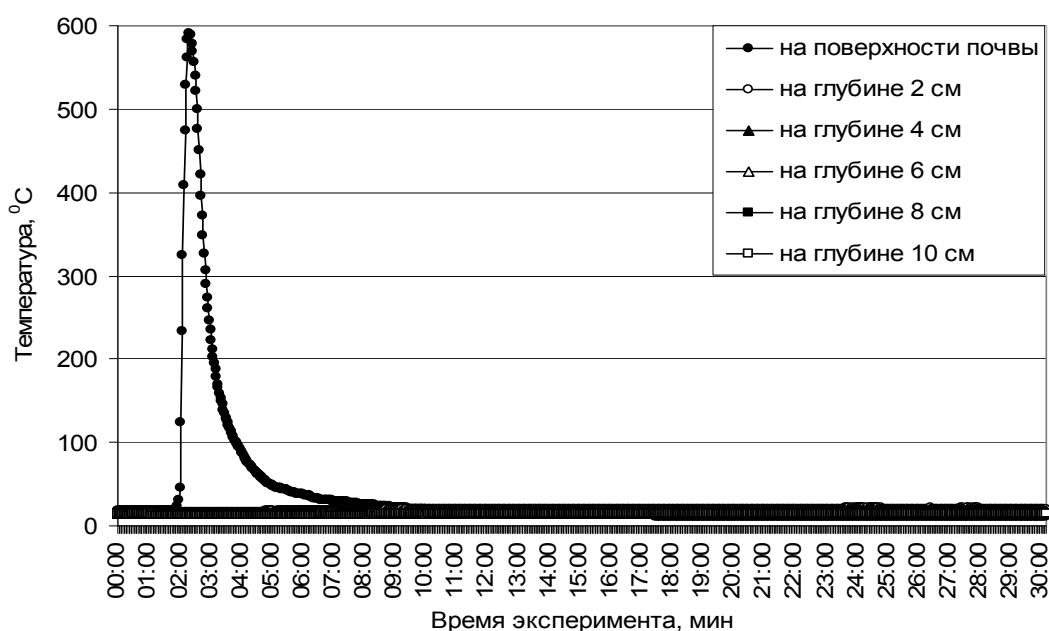


Рис. 4. Динамика температуры почвы при сжигании соломы в валке (масса соломы – 8,2 т/га, высота среза – 10-12 см), 2015 г.

Следующее снижение температуры было более плавным и в целом динамика ее была схожа с данными, представленными на рис. 2.

Изменение температуры почвы под горящим валком было незначительным и с увеличением расстояния от поверхности почвы варьирование ее уменьшалось. Так, на глубине 2 см она возросла всего на 6,2°C, достигнув 22,3°C, а на глубинах 4, 6, 8 и 10 см прирост температуры составил 3,1, 2,0, 1,2 и 0,2°C.

Одним из негативных последствий сжигания соломы в богарных условиях является выгорание гумуса. Однако, как показали наши исследования, в рисовых переувлажненных почвах этого явления не наблюдается даже в верхнем 0-2 см слое почвы, в наибольшей степени подверженном воздействию высоких температур (рис. 5). Тем не менее, такой способ утилизации соломы оказывает негативное влияние на гумусное состояние почвы, но оно обусловлено радикальным уменьшением попадающего в неё органического вещества.

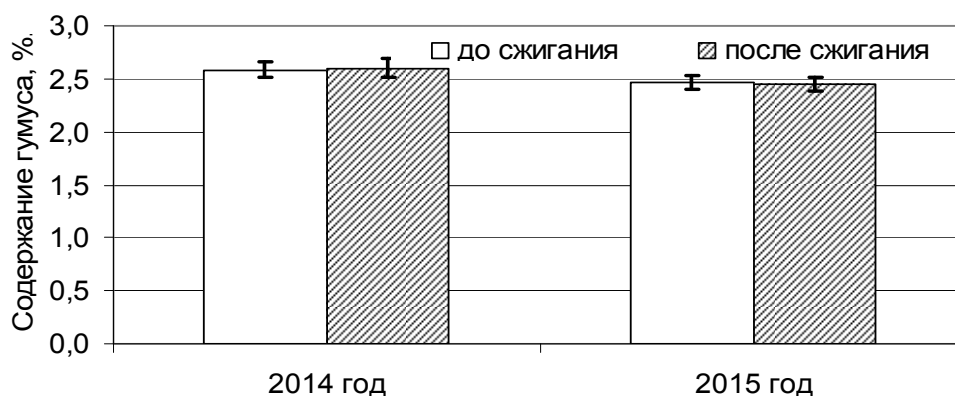


Рис. 5. Изменение содержания гумуса в 0-2 см слое почвы при сжигании соломы

Выводы. При сжигании рисовой соломы в количестве 8,2-9,3 т/га температура на поверхности почвы под валком достигает 590-630°C. Однако даже такая высокая температура приводит к нагреванию почвы на глубине 2, 4, 6, 8 и 10 см всего на 6,2-7,7, 3,1-3,9, 2,0-2,2, 1,2-1,1 и 0,2-0,3°C соответственно. При этом даже в верхнем 0-2 см слое почвы не происходит выгорания гумуса, а на поверхности почвы остаются не полностью сгоревшими не только остатки стерни, но и мелкие частицы соломы и лузга.

Литература

1. Роковая ошибка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcx.ru/news/news/show/37194.htm> (дата обращения: 20.04.2015).
2. Природоохранная технология использования соломы на удобрение. Рекомендации. – Краснодар, 1994. – 27 с.

3. Сжег солому – навредил почве [Электронный ресурс]. URL: http://www.ecology-pmr.org/news/news-2014/news_2014-06-25-1.shtml (дата обращения: 10.10.2014).

4. Об утверждении временной методики подсчета ущерба окружающей природной среде, причиненного пожарами и сельхозпалами. Постановление администрации Алтайского края № 373 от 15 июня 1998 г.

5. Чеботарёв, М.И. Технологические аспекты утилизации рисовой соломы в рисоводстве Краснодарского края / М.И. Чеботарёв, И.В. Масиенко // Рисоводство. – 2014. – № 2 (25). – С. 31-34.

6. Орлов, В. Сжигание соломы: аргументы и факты // Аграрное Ставрополье. – 2011. – № 31. – С. 4-5.

7. Земледелие от А до Я [Электронный ресурс]. URL: <http://racechrono.ru/fizika-pochv/4023-analiticheskiy-metod-opredeleniya-temperaturoprovodnosti-pochvy-chast-1.html> (дата обращения: 10.05.2013).

8. Куркаев, В.Т. Агрохимия: Учебное пособие / В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен.– Майкоп, ГУРИПП «Адыгея», 2000.–552 с.

9. Методы определения активных компонентов в составе гумуса почв.– М.: ВНИИА, 2019.– 32 с.

Literature

1. Fatal mistake [e-resource]. URL: <http://www.mcx.ru/news/news/show/37194.htm> (date of addressing: 20.04.2015).

2. Nature protective technology of straw use as manure. Recommendations. – Krasnodar, 1994. – 27 p.

3. Straw burning damages soil [e-resource]. URL: http://www.ecology-pmr.org/news/news-2014/news_2014-06-25-1.shtml (date of addressing: 10.10.2014).

4. About approval of temporary procedure of assessment of the environmental damage, caused by arsons and grass burnings. The Statute of the Altay Administration № 373, June 15, 1998.

5. Chebotarev, M.I. Technologic aspects of rice straw utilization in rice-growing of Krasnodar Area / M.I. Chebotarev, I.V. Masienko // Rice-growing. – 2014. – № 2 (25). – PP. 31-34.

6. Orlov, V. Straw burning: pros and contras// Agrarian Stavropolie. – 2011. – № 31. – PP. 4-5.

7. Agriculture from A till Z [e-resource]. URL: <http://racechrono.ru/fizika-pochv/4023-analiticheskiy-metod-opredeleniya-temperaturoprovodnosti-pochvy-chast-1.html> (date of addressing: 10.05.2013).

8. Kurkaev, V.T. Agrochemistry / V.T. Kurkaev, A.Kh. Sheudzhen. – Book. – Maikop, GURIPP ‘Adygea’, 2000. – 552 p.

9. Methods of assessment of active components in soil humus. – M.: VNIIA, 2015.– 32 p.