

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-84-87>
УДК 635.342:632.115.3

Королева С.В.,
Шуляк Н.В.

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
п. Белозерный, д.3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Королева С.В., Шуляк Н.В.
Проявление ожога верхушки внутренних листьев
кочана на гибридах белокочанной капусты сред-
непозднего и позднего сроков созревания.
Овощи России. 2020;(4):84-87.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-84-87>

Поступила в редакцию: 04.05.2020

Принята к печати: 06.06.2020

Опубликована: 25.08.2020

Svetlana V. Koroleva,
Nellie V. Shulyak

Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Rice Centre»
3, Belozerny, Krasnodar, Russia, 350921
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Conflict of interest: The authors declare
no conflict of interest.

For citation: Koroleva S.V., Shulyak N.V.
Manifestation of tip burn on white cabbage hybrids
of medium-late and late maturation. *Vegetable
crops of Russia.* 2020;(4):84-87. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-84-87>

Received: 04.05.2020

Accepted for publication: 06.06.2020

Accepted: 25.08.2020

Проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана на гибридах белокочанной капусты среднепозднего и позднего сроков созревания



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Наиболее сложное и часто встречаемое физиологическое заболевание на капусте – ожог верхушки внутренних листьев кочана (tip burn), связанное с нарушениями транспорта Ca^{2+} внутри растения. Из всех способов контроля данного физиологического заболевания наиболее эффективным является выращивание толерантных гибридов.

Материал и методика. Цель исследований – провести оценку гибридов F₁ капусты белокочанной среднепозднего и позднего сроков созревания на поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана и выявить степень отзывчивости гибридов к недостатку поступления кальция в зависимости от погодных условий. Исследования проводили на селекционно-опытном участке отдела овощеводства во «ВНИИ риса» в 2017-2019 годах на капельном поливе. Материал – гибридные комбинации селекции «ВНИИ риса».

Результаты. Проявление физиологического нарушения под названием «ожог верхушки внутренних листьев кочана» или «tip burn» на отдельных гибридах наблюдали во все годы выращивания, но в разной степени; наибольшее поражение кочанов было зафиксировано в 2017 и 2019 годах с высокой урожайностью, что обусловлено интенсивной ассимиляционной способностью на фоне теплой солнечной погоды. В 2019 году проявление ожога отмечено на 25% гибридов, что позволило их разделить на 4 группы, в зависимости от степени поражения и распространения заболевания. Установлено, что высокую степень поражения имели гибриды с перестоем на корню 2,5-3 недели и также гибриды, убранные своевременно на момент массовой технической спелости. Выделены линии, которые наиболее часто встречаются в гибридных комбинациях с признаками ожога (269-824, Agr1321, 269Яс13, Бюм112, Яс25 и др.), но предположить характер наследования довольно сложно, и, следовательно, разработать принцип подбора пар при создании относительно устойчивых гибридов тоже не представляется пока возможным. Более точным критерием ценности линий по устойчивости к ожогу будет оценка их комбинационной способности по данному признаку. Чтобы избежать появления новых гибридов, склонных к проявлению tip burn, необходимо испытания на селекционном участке проводить на высоком агротехническом фоне и регулярно тестировать в момент уборки кочаны для выявления данного нарушения.

Ключевые слова: селекция, капуста белокочанная, F₁ гибрид, устойчивость, инбредная линия, ожог верхушки внутренних листьев кочана.

Manifestation of tip burn on white cabbage hybrids of medium-late and late maturation

ABSTRACT

Relevance. The most complex and common physiological disease on the cabbage is a tip burn, associated with impaired Ca^{2+} transport inside the plant. Of all the ways to control this physiological disease, the most effective is the cultivation of tolerant hybrids.

Material and methods. The aim of the research was to evaluate the mid-late and late ripening F₁ hybrids of white cabbage for a tip burn and to determine the degree of hybrids responsiveness to calcium deficiency depending on weather conditions. The studies were carried out at breeding and experimental plot of the vegetable growing department at All-Russian Rice Research Institute in 2017-2019 on drip irrigation. Material - hybrid combinations of ARRRRI breeding.

Results. The manifestation of a physiological disturbance called “burn of the top of the inner leaves of the cabbage head” or “tip burn” on individual hybrids was observed during all years of cultivation, but to a different degree; The greatest damage to the heads was recorded in the years (2017 and 2019) with high productivity, which is due to the intensive assimilation ability against the background of warm sunny weather. In 2019, the manifestation of burns was noted in 25% of hybrids, which allowed them to be divided into 4 groups, depending on the degree of damage and the spread of the disease. It was established that hybrids with overmature standing for 2.5-3 weeks and also hybrids that were promptly removed at the time of mass technical ripeness had a high degree of damage. The lines that are most often found in hybrid combinations with signs of burns (269-824, Agr1321, 269Jas13, Byum112, Yas25, etc.) were identified, but it is rather difficult to assume the nature of inheritance, and, therefore, to develop the principle of pair selection when developing relatively stable hybrids also not yet possible.

Keywords: breeding, white cabbage, F₁ hybrid, resistance, inbred line, tip burn.

Введение

Физиологические нарушения на капусте белокочанной, как и на многих других культурах, связаны с недостатком определенных элементов минерального питания или нарушением их поступления в растение под воздействием определенных стрессоров, таких, как высокая температура, низкая влажность воздуха, резкие перепады влажности почвы. Надо полагать, что вероятность проявления данных нарушений гораздо выше в южных регионах, где температура и влажность воздуха в летний и ранне-осенний периоды не соответствуют требованиям культуры. Наиболее сложное и часто встречаемое физиологическое заболевание – ожог верхушки внутренних листьев кочана или, по зарубежным источникам, *tip burn*. Он проявляется в виде единичных коричневых пятен или более обширных зон в кочане, образовавшихся в результате некроза верхушки молодых внутренних листьев. Развивается заболевание при созревании кочанов и обнаруживается, как правило, при уборке.

Многочисленными исследованиями на различных разновидностях капусты установлено, что «*tip burn*» связан с нарушениями транспорта Ca^{2+} внутри растения. Сочетание высокой скорости роста, низкого корневого давления, интенсивной транспирации в течение суток в периоды длительной сухой солнечной погоды снижает поступление Ca^{2+} в молодые листья, вызывая их ожог. К факторам, способствующим развитию ожога относятся: повышенный уровень азота, избыток калия в почве, конкурирующим с потреблением Ca^{2+} , перепады влажности, перерост кочанов на корню [1]. При изучении данного нарушения на культуре земляника было установлено, что отсутствует корреляция между уровнем применяемого кальция в виде удобрения и частотой проявления *tip burn* [2]. Исследования на пекинской капусте, проведенные на молекулярном уровне, показали, что между симптомами заболевания и общим содержанием эндогенного Ca^{2+} корреляции не установлено, в то же время эффективность поглощения и использования Ca^{2+} растением зависела от цитоплазматического Ca^{2+} [3]. Контролировать условия, способствующие проявлению заболевания довольно сложно, тем более, если учитывать, что капуста белокочанная отличается исключительно высокой требовательностью к азоту и его интенсивным потреблением в течение всего периода вегетации. Высокая урожайность в большей степени зависит от внесения азотных удобрений. Однако, высокая вероятность появления ожога верхушки зависит от генетической предрасположенности отдельных гибридов к данному нарушению в метаболизме Ca^{2+} . Исследования, проведенные зарубежными учеными [1] по изучению группы коммерческих гибридов, выращиваемых в их регионе, позволили установить 4 группы гибридов с разной степенью устойчивости: слабо восприимчивые (толерантные) – Атрия, Хинова, Рудольфо и др.; более восприимчивые – Браво, Фалькон и др.; вполне восприимчивые – Куисто, Суперрет и др.; очень восприимчивые – Green boy, Condor, Rio Verde и др. Надо отметить, что большинство представленных гибридов присутствуют на нашем рынке и выращивание отдельных из них, например, Green boy, на юге, как показали наши испытания, связано с высокой вероятностью проявления *tip burn*. Более того, попытка использования в селекции в качестве исходного материала таких гибридов, как Браво, Куисто, оказалась неудачной по причине восприимчивости полученного селекционного материала к ожогу. Выращивание толерантных к данному физиологическому нарушению гибридов – наиболее надежный способ контроля его проявления на капусте. Поэтому,

исследования по проявлению *tip burn* на селекционных образцах и изучение наследования данного заболевания для оптимизации подбора родительских пар при скрещивании – актуальное направление при создании гибридов белокочанной капусты разного срока созревания для южного региона.

Цель исследований – провести оценку гибридов F₁ капусты белокочанной среднепозднего и позднего сроков созревания на поражение ожогом верхушки внутренних листьев кочана и выявить степень отзывчивости гибридов к недостатку поступления кальция в зависимости от погодных условий.

Методика и условия проведения исследований.

Испытания гибридов проводили на селекционном участке отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» в 2017-2019 годах. Способ орошения - капельный полив. Рассадку выращивали в кассете №144 в открытом грунте. Высадка рассады в поле – 2-3 декады июня. Удобрения вносили под сплошную культивацию и в борозды непосредственно перед высадкой рассады. Общие дозы удобрений, включая подкормку аммиачной селитрой с капельным поливом, по д.в. следующие: 2017 год – N₁₅₀P₁₃₀K₁₃₀, 2018 год – N₁₅₀P₁₃₀K₁₃₀, 2019 год – N₁₆₀P₈₀K₈₀. Агротехника выращивания в годы испытаний общепринятая. Уборка – в 3 декаде октября – 1 декаде ноября. Учет поражением *tip burn* проводили на 6 кочанах, при сильном поражении – на всей делянке (20 штук).

В 2017 году стрессовые условия по температуре и влажности сложились в 1-й декаде июля, в августе и сентябре. Наиболее жаркими были третья декада июля и весь август, когда максимальная температура воздуха повышалась до 37,8...38,6 °С., но благодаря высоким температурам в сентябре и октябре (на 4,4°С и 7,2°С выше нормы) и наличию полива в этот период к моменту уборки практически все позднеспелые гибриды достигли фазы массовой технической спелости.

В 2018 году погодные условия для роста поздней капусты были экстремальными, этому способствовала не только высокая температура, но и практическое отсутствие дождей на протяжении всего периода вегетации культуры в зоне проведения испытания. Лимитирующими факторами были высокая температура и перепады влажности почвы и воздуха по причине слабого развития листового аппарата, не покрывающего почву.

В 2019 году погодные условия для поздней капусты были относительно благоприятными, этому способствовали регулярно выпадающие осадки в летний период, более низкая температура в июле – сентябре (на уровне среднеголетних) по сравнению с предыдущими годами.

Влажность воздуха в зоне произрастания растений зависит не только от погодных условий, но и от габитуса растений, капельного орошения, состояния почвы, которые, взаимодействуя, на каждой культуре создают определенный микроклимат на поле.

Результаты и их обсуждение

Ввиду того, что ожог верхушки внутренних листьев кочана в разные годы проявлялся в большей или меньшей степени, надо полагать, что этому способствовали условия произрастания на протяжении всего периода вегетации и, особенно, в период формирования кочанов, неоднозначно повлиявшие на темпы роста продуктивного органа и поступление кальция к растущим внутренним листьям.

При возделывании поздней капусты на юге необходимо учитывать разный уровень транспирации у жаро-

Таблица. Результаты оценки гибридов капусты по проявлению ожога верхушки внутренних листьев головы, 2019 год
Table. Results of the assessment of hybrids of cabbage on the manifestation of burn of the top of the inner leaves of the head, 2019

№/№	Гибридная комбинация	Количество дней от высадки рассады до массового созревания	Средняя масса кочана, кг	Кол-во пораженных кочанов в образце, %	Степень поражения, 1-3 балла
1 группа – сильновосприимчивые					
1	Ер7х269-824	112	3,9	100	2-3
2	Бс1фх269Яс13	117	4,1	100	2-3
3	Бюм112хЯс25п	135	3,1	100	2-3
4	№62хЯс25п	130	3,9	100	2-3
5	Юби122хАгр1321	117	3,8	80	2-3
2 группа – средневосприимчивые					
6	Юби122хАгр10-2	135	3,8	17	2-3
7	Агр81х Яс25п	135	3,3	33	2-3
3 группа – слабовосприимчивые					
8	Гес1х270-4аХн111	120	3,6	100	1
9	Агр1321хХн861	120	3,6	60	1
10	Бюм112х Хн861	128	3,7	33	1
11	Гес1х Яс25п	135	2,8	33	1
12	Гес1х Агр10-2	140	2,9	33	1
13	Гес1х272-Бр1023	124	2,6	33	1
4 группа – без признаков поражения, устойчивые					
14	Юби122хАгр82	124	3,4	0	0
15	Яс25пхСа1	124	3,6	0	0
16	Бюм112х Агр82	124	3,8	0	0
17	Гес1хХн861	112	4,1	0	0

устойчивых и нежаровыносливых сортов или гибридов. Нежаростойкие образцы в дневные часы транспирируют наименее интенсивно, чем жаростойкие. Ход транспирации у жаростойких сортов следует за ходом повышения температуры и снижением относительной влажности воздуха [4]. Жаровыносливые, интенсивно транспирирующие сорта, лучше ассимилируют при стрессе, чем нежаростойкие. С другой стороны, такие образцы в большей степени подвержены риску поражения ожогом верхушки внутренних листьев кочана. Поэтому, при создании жаростойких гибридов, необходимо исключить риски проявления данного заболевания и возможно усилить провокационный фон, чтобы выявить образцы с высокой устойчивостью.

Анализ условий выращивания в 2017-2019 годах позволяет сказать, что 2019 год был наиболее благоприятным для проявления заболевания: периодически выпадающие осадки в сочетании с капельным поливом обеспечили оптимальную для роста и развития растений влажность почвы. Температура в период формирования кочанов была на уровне среднемноголетней и несколько ниже, чем в другие годы. В комплексе сложившиеся условия в сочетании с высокой дозой минеральных удобрений способствовали хорошей ассимиляции растений, и в итоге гибриды сформировали высокий урожай – до 120 т/га. В этот год начало формирования кочанов отмечали в 1-й и 2-й декадах августа, когда влажность воздуха подвержена наибольшим колебаниям. Все присутствующие факторы, надо полагать, повлияли отрицательно на поглощение Ca^{2+} и распределение его в растении.

Надо отметить, что при уборке кочаны всех гибридных комбинаций внешне выглядели здоровыми и только при разрезе кочанов выявлены признаки заболевания на отдельных образцах. Из 77 гибридов ожог верхушки

внутренних листьев кочана был зафиксирован на 19. Степень поражения была от сильной, которая оценивалась в 3 балла, до слабой, в виде отдельных небольших коричневатых пятен, с оценкой в 1 балл. В таблице 1 представлена большая часть гибридов с признаками поражения и 4 гибрида с участием тех же линий без признаков поражения. Распространение поражения самое высокое в первой группе – 80-100% пораженных кочанов в пробе (рис. 1); к средневосприимчивым были отнесены 2 гибрида, у которых распространение составило 17 и 33% и в слабовосприимчивой группе поражение варьировалось от 33 до 100% (рис.2).

Одним из средств контроля проявления считается своевременная уборка, но в нашем опыте высокую степень поражения имели гибриды с перестоем на корню 2,5-3 недели и убранные своевременно, на момент массовой технической спелости. По массе кочана также наблюдаются вариации внутри групп (табл. 1). Ввиду того, что метаболизм Ca^{2+} в растении зависит от многих эндогенных факторов и степень поражения среди гибридов, как было доказано зарубежными авторами и в наших исследованиях, варьировала от сильной до слабой, можно предположить о сложном характере наследования данного физиологического нарушения. Об этом свидетельствуют полученные данные. Например, линия Яс25п как компонент скрещивания выступает во всех 4-х группах, линия Бюм112 – в 3-х группах. В то же время при их скрещивании гибрид (Бюм112хЯс25п) показал себя сильно восприимчивым.

В 2017 году из 93 гибридных комбинаций признаки ожога верхушки отмечено у девяти, причем, у всех образцов поражение имело локальный характер с оценкой 0,5-2,5 балла. Ввиду того, что поражение распространялось не на все растения в образце, т.е. наблюдалось расщепление по данному признаку, это послужило



Рис. 1. Ожог верхушки внутренних листьев кочана (tip burn) у сильновосприимчивого гибрида
Fig. 1. Tip burn in a highly receptive hybrid



Рис. 2. Слабовосприимчивый гибрид к ожогу верхушки внутренних листьев кочана (tip burn)
Fig. 2. A weakly-responsive hybrid to tip burn

основанием распределить пораженные гибриды по группам: средневосприимчивые и слабовосприимчивые. Надо отметить, что в 5 гибридных комбинациях одной из линий выступала Agr1321. В 2019 году эта линия также фигурирует, как компонент скрещивания в 1-й и 3-й группе. Более того, перспективный гибрид (Agr1321xHn861) в 2017 году имел более высокую степень поражения, чем в 2019 году. Лимитирующим фактором в этот год была высокая температура.

В 2018 году негативное воздействие высокая температура имела в начальный период роста растений – с 3-й декады июня по 3 декаду июля, что повлияло на формирование розетки листьев и задержало наступление фазы «завивки кочана» в среднем на 2 недели. В период формирования кочана (сентябрь-октябрь) растения испытывали дефицит влаги на фоне высокой температуры в сентябре. Можно сказать, что из-за стрессовых факторов, растения недостаточно ассимилировали, подтверждением того была достаточно низкая урожайность – на лучших гибридах в пределах 45,4-72,6 т/га.

В 2018 году распространение tip burn было минимальным – из 95 гибридов проявление отмечено на пяти. На 4-х гибридных комбинациях степень проявления оценивалась в 1-1,5 балла и наблюдалась не на всех растениях. Только одна комбинация с участием жаростойкой линии (Тен1-270xАмф1) поразила на 1-2,5 балла и распространение составило 80%. Слабое проявление заболевания в этот год логично связать с ослабленными темпами роста кочанов по причине недостатка почвенной влаги.

Исходя из полученных результатов, следует выделить линии, которые при включении их в гибридизацию, могут дать более высокую вероятность проявления этого нежелательного признака в гибриде: 269-824,

269Яс13, Agr1321, Бюм112, Яс25п. Более точным критерием ценности линий по устойчивости к ожогу будет оценка их комбинационной способности по данному признаку. Проявление tip burn непосредственно на самих линиях, ослабленных инбредной депрессией, маловероятно, тем более, некоторые из них даже не формируют полноценный кочан.

Выводы

Проявление ожога верхушки внутренних листьев кочана на отдельных гибридах наблюдалось во все годы выращивания, но в разной степени; наибольшее поражение кочанов было зафиксировано в годы (2017 и 2019) с высокой урожайностью, что обусловлено интенсивной ассимиляционной способностью на фоне теплой солнечной погоды.

В 2019 году проявление ожога отмечено на 25% гибридов, что позволило их разделить на 4 группы, в зависимости от степени поражения и распространения заболевания.

Высокую степень поражения имели гибриды с перестоем на корню 2,5-3 недели и также убранные своевременно на момент массовой технической спелости.

Выделены линии, которые наиболее часто встречаются в гибридных комбинациях с признаками ожога (269-824, Agr1321, 269Яс13, Бюм112 и др.), но предположить характер наследования довольно сложно, и, следовательно, разработать принцип подбора пар при создании относительно устойчивых гибридов тоже не представляется пока возможным.

Испытание гибридов на юге необходимо проводить на высоком агротехническом фоне и регулярно тестировать в момент уборки кочаны для выявления tip burn.

Об авторах:

Королева Светлана Викторовна – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом овощеводства

Шуляк Нелли Владимировна – младший научный сотрудник отдела овощеводства

About the authors:

Svetlana V. Koroleva – Cand.Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of Department of vegetable breeding

Nellie V. Shulyak – Junior Researcher of Department of vegetable breeding

● Литература / References

1. Everaarts A.P., Blom-Zandstra M. Internal tipburn of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Journal of Horticulture Science and biotechnology*. 2001;76(5):343-350
2. Lee, J., Park, J., Lee, Z.W., Kim, S.W., Baek, N., Park, H.S., Kim, H. Regulation of the major vacuolar Ca²⁺ transporter genes by intercellular Ca²⁺ concentration and abiotic stresses in tipburn resistant *Brassica oleracea*. *Mol. Biol. Rep.* 2013;40(1):177-188
3. Palencia, P., Martiner, E., Riberto, F., Destana, M., Gama, F. et. All. Relationship between tipburn and leaf mineral composition in strawberry. *Sci. Hortic.* 2010;126(2):242-246
4. Лизгунова, Т.В. Культурная флора СССР. Т. X1. Капуста. Л.: Колос. Ленингр. отд.-ние, 1984. 328 с. [Lizgunova, T.V. Cultural Flora of the USSR. T.X1. Cabbage. L.: Kolos. 1984. 328 p.]