

УДК 635.21:631.524.86:631.527.8

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-17-23>

**В. А. Козлов, Л. Н. Козлова, Е. И. Медведева, А. В. Чашинский,
Н. В. Русецкий, Т. В. Семанюк**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: wiko@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Изучены сорта и гибриды картофеля по биохимическим показателям клубней: сухое вещество, редуцирующие сахара, суммарный белок, витамин С, нитраты. Дана оценка по признакам качества крахмала, а именно содержание амилозы и доля крупнозернистой фракции. Выделен ряд образцов с высокой биологической ценностью, а также обладающих комплексом признаков высокого качества крахмала.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, сухое вещество, редуцирующие сахара, суммарный белок, витамин С, нитраты, качество крахмала, амилоза.

ВВЕДЕНИЕ

Создание сортов с определенными биохимическими показателями является приоритетным направлением селекции картофеля, так как выход и качество продуктов переработки во многом зависит от качества исходного материала, которое обусловлено, прежде всего, содержанием в клубнях таких важнейших компонентов, как крахмал, редуцирующие сахара, сухое вещество, протеин, витамины, минеральные вещества.

Картофель незаменим как важнейший источник протеинов и углеводов, а содержащиеся в нем минеральные элементы и витамины являются особенно ценным компонентом в здоровом питании человека [6, 8]. Белки картофеля превосходят по своей ценности многие другие белки растительного происхождения, в том числе бобовых культур, благодаря высокому содержанию метионина и лизина. Картофельный белок имеет высокую пищевую ценность, так как содержит все аминокислоты, в том числе 8 незаменимых. Пищевая ценность картофельного белка составляет в среднем 85 % в сравнении с белком куриного яйца. В зависимости от сорта и условий выращивания содержание белка в клубнях колеблется от 0,8 до 1,7 % на сырую массу [1].

В клубнях большое количество макро- и микроэлементов, при ежедневном употреблении 200 г картофеля удовлетворяется потребность человека в калии на 30 % дневной нормы, магнии – 15–20, фосфоре – 17, меди – 15, железе – 14, марганце – 13, йоде – 6 и во фторе – 3 % [10].

Большое значение для человека имеет относительно высокое содержание витамина С (10–30 мг/100 г свежей массы) в клубнях картофеля. В организме человека аскорбиновая кислота поддерживает нормальное состояние сердечно-сосудистой системы, стабилизирует физиологические процессы, способствует улучшению холестеринового обмена. Кроме того, обладая достаточно высоким потенциалом содержания аскорбиновой

кислоты и особо ценных веществ – антиоксидантов (антоцианы, каротиноиды), картофель может играть важную роль в профилактике целого ряда заболеваний и в этом отношении является одним из ценнейших продуктов в здоровом, диетическом питании человека.

В настоящее время в мире существует тенденция увеличения доли картофеля, используемого на переработку, причем значительную часть этой переработки составляет производство крахмала [11], который является обязательным компонентом более 500 наименований продукции в различных отраслях промышленности. Поэтому для селекции технических (высококрахмалистых) сортов очень важно не только содержание крахмала, но и его качественные характеристики, к которым относятся размер крахмальных зерен, доля крупнозернистой фракции и содержание амилозы в крахмале. При наличии в крахмале большой доли мелкозернистой фракции (< 35 мк) потери в технологическом цикле крахмальных заводов возрастают, а от соотношения в крахмале амилозы и амилопектина зависит направление его использования.

Еще одним важным направлением в использовании картофеля является его переработка на различные картофелепродукты. Основным показателем, от которого зависит качество конечного продукта, является содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля, высокое значение которых отрицательно влияет на их цвет и вкус.

Целью исследований являлось изучение 58 сортов и гибридов картофеля по биохимическим показателям клубней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Материалом для исследований послужили 58 сортообразцов, из них сорта, линии, межвидовые и соматические гибриды, созданные в отделе селекции и лаборатории генетики картофеля.

Полевые опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой лессовидным суглинком. Агрохимические показатели почвы опытных участков варьировали в следующих пределах: кислотность (в KCl) – от 3,6–5,4, подвижный фосфор – от 114 до 364 мг/кг, обменный калий – от 195 до 398 мг/кг, гумус – от 1,73 до 2,45 %.

В апреле отмечался неустойчивый температурный режим. Среднемесячная температура воздуха составила 6,7 °С. Апрель также характеризовался дефицитом осадков (12 мм) и занял четвертое место в ранжированном ряду наблюдений от самого засушливого к самому влажному. Самым засушливым остается апрель 2019 г. В мае преобладала холодная погода, средняя за месяц температура воздуха составила от +11 °С, что на 3,7 °С ниже климатической нормы. Последний раз такой холодный май в Беларуси был в 1999 г. Дожди выпадали часто и носили кратковременный характер, в конце месяца дожди были продолжительными, 12 мая утром и днем наблюдался мокрый снег. В целом за месяц суммарное количество осадков составило 48 мм (ниже месячной нормы). Недобор тепла в мае сдерживал развитие картофеля. В июне преобладала неустойчивая, теплая, временами жаркая погода. Среднемесячная температура воздуха составила +19,6 °С, что на 2,2 °С теплее обычного. Осадки в июне выпадали часто и носили ливневый характер, их суммарное количество – 86 мм (1 месячная норма). Июль характеризовался неустойчивым температурным режимом. Средняя за месяц температура воздуха составила +18,2 °С, что на 1,5 °С ниже климатической нормы. Дожди в июле были в основном кратковременными и отмечались чаще в первой и третьей декадах. В целом за месяц выпало 97 мм осадков (около месячной нормы).

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

В августе преобладала теплая погода. Среднемесячная температура воздуха составила +18,5 °С, что является климатической нормой. Дожди в августе были преимущественно кратковременными, сумма осадков составила 65 мм (ниже месячной нормы). В сентябре преобладала теплая погода и наблюдался дефицит осадков. Средняя за месяц температура воздуха +14,9 °С, что на 1,6 °С выше климатической нормы. В сентябре дожди распределялись неравномерно, были в основном небольшими и кратковременными. Чаще всего осадки выпадали в первой декаде сентября, из-за этого наблюдался недобор. В целом за месяц выпало 28 мм (47 % месячной нормы).

Исследование клубней по биохимическим показателям и содержанию амилозы в крахмале проводили в лаборатории биохимической оценки картофеля. Содержание сухого вещества в клубнях определяли термостатно-весовым методом, сырого протеина – по Кьельдалю, витамина С – по Мурри, нитратов – ионоселективным методом [9], редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера [6, 12], суммарного белка – с реактивом Оранж «Ж» [7]. Содержание амилозы определяли по методике, разработанной А. И. Ермаковым [7].

Измерения размера крахмальных зерен проводили микроскопическим методом [3, 4]. Метод основан на способности крахмальных зерен образовывать окрашенный комплекс с раствором йода.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По комплексу биохимических показателей (сорта, линии, межвидовые и соматические гибриды) было оценено 52 сортообразца картофеля. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биохимические показатели сортообразцов картофеля, урожай 2020 г.

Образец	Сухое вещество, %	Редуцирующие сахара, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
295-15-6	29,3	0,14	0,93	10,3	71,8
52-10-10	31,0	0,13	1,12	10,6	71,8
52-10-5	33,0	0,14	1,15	14,8	57,1
14-07-4	33,9	0,38	1,18	12,9	227,3
14-07-7	31,7	0,27	1,06	11,6	19,9
166-13-7	33,1	0,20	1,09	11,0	31,9
209-08-7	34,5	0,34	0,98	8,4	62,5
15ху97-1	32,7	0,39	0,84	12,6	30,6
151-13-4	32,0	0,16	0,98	8,4	31,9
238у07-5	33,5	0,17	0,97	11,6	24,4
26-11-10	29,1	0,13	1,06	10,3	78,8
58ху98-7	31,0	0,25	0,95	11,6	31,9
Олександрит	28,0	0,15	0,88	9,8	40,3
89у06-2а	28,4	0,15	1,09	9,9	30,6
52-10-21	27,4	0,15	0,94	13,4	66,9
Зарево	31,0	0,22	1,15	11,0	19,5
Сигнум	33,8	0,12	1,18	12,8	35,0
Синтез	30,4	0,14	1,12	11,0	31,9
32ху05-15	26,3	0,25	0,99	10,6	34,6
Альбатрос	29,7	0,13	1,14	12,9	88,6
115-11-3лб	28,9	0,20	1,16	12,3	45,2
50-16-10	26,0	0,20	1,05	13,0	40,3
Куба	24,6	0,18	0,98	14,1	40,3

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 1

Образец	Сухое вещество, %	Редуцирующие сахара, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг
72-16-9	28,6	0,12	1,08	11,8	47,4
Здабытак	28,5	0,43	1,10	10,8	35,0
Тукан	26,0	0,11	1,08	14,8	47,4
72-16-12	26,5	0,18	1,25	14,8	47,4
109-09-1л2	29,1	0,12	1,12	12,9	40,3
Лазарь	27,3	0,19	1,17	12,3	164,8
Максимум	30,7	0,34	1,14	11,5	32,8
Кураж	26,9	0,26	1,12	11,4	92,6
63-17-1	25,4	0,09	1,02	11,1	157,3
134-10-5л4	27,5	0,13	1,09	13,3	45,2
Лад	23,4	0,44	0,99	9,4	55,8
61-16-5	26,2	0,15	1,16	14,8	35,0
133-08-1л2	27,7	0,25	1,20	12,1	63,8
56-16-25	28,4	0,21	1,18	13,5	61,1
Крок	27,8	0,24	1,07	11,3	31,4
201114-8	28,8	0,22	1,05	12,3	78,8
16П 15-5	31,8	0,19	0,98	9,6	68,7
16Б 03-17	26,9	0,28	0,77	14,2	32,8
16Б 08-4	28,3	0,09	1,00	11,7	47,4
0150-6	25,1	0,53	1,04	11,3	52,3
217.235-6	27,9	0,14	0,96	10,2	41,2
217.247-1	27,2	0,18	1,11	11,5	20,4
217.43-6	27,5	0,09	1,03	12,3	88,6
217.25-2	27,6	0,20	1,09	12,7	29,2
13/8-1	26,5	0,31	1,00	12,0	22,6
217.200-2	27,2	0,19	1,06	8,8	47,4
217.197-2	29,0	0,18	1,06	12,7	313,6
0213.230-5	28,2	0,13	1,05	10,6	133,8
209.23-27	25,2	0,27	0,88	11,0	18,2

Содержание сухих веществ в клубнях изученных образцов картофеля было достаточно высоким и изменялось от 23,4 (Лад) до 34,5 % (209-08-7). Среднее количество сухих веществ отмечено у сорта Лад; выше среднего – 50-16-10, Куба, Тукан, 63-17-1, 0150-6, 209.23-27; относительно высокое – Олександрит, 52-10-21, 32ху05-15, 72-16-12, Лазарь, Кураж, 134-10-5л4, 61-16-5, 133-08-1л2, Крок, 16Б03-17, 217.235-6, 217.247-1, 217.43-6, 217.25-2, 13/8-1, 217.200-2; высокое – 295-15-6, 26-11-10, 89у06-2а, Альбатрос, 115-11-3л6, 72-16-9, Здабытак, 109-09-1л2, 56-16-25, 201114-8, 16Б08-4, 217.197-2, 0213.230-5; очень высокое – 52-10-10, 52-10-5, 14-07-4, 14-07-7, 166-13-7, 209-08-7, 15ху97-1, 151-13-4, 238у07-5, 58ху98-7, Зарево, Сигнум, Синтез, Максимум, 16П15-5.

Очень низким содержанием редуцирующих сахаров (менее 0,25 %) характеризуется 40 образцов. Редуцирующие сахара на уровне 0,31–0,53 % имели 12 форм.

Количество суммарного белка изменялось от 0,77 (16Б03-17) до 1,25 % (72-16-12). Низкое значение показателя у образцов 15ху97-1, Олександрит, 16Б03-17, 209.23-27; среднее – 295-15-6, 14-07-7, 166-13-7, 209-08-7, 151-13-4, 23807-5, 26-11-10, 58ху98-7, 89у06-2а, 52-10-21, 32ху05-15, 50-16-10, Куба, 72-16-9, Здабытак, Тукан, 63-17-1, Лад, Крок, 201114-8, 16П15-5, 16Б08-4, 0150-6, 217.235-6, 217.43-6, 217.25-2, 13/8-1, 21/200-2, 217.197-2, 0213.230-5; высокое – 52-10-10, 52-10-5, 14-07-4, Зарево, Сигнум, Синтез, Альбатрос, 115-11-3л6, 72-16-12, 109-09-1л2, Лазарь, Максимум, Кураж, 134-10-5л4, 61-16-5, 133-08-1л2, 56-16-25, 217.247-1.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Содержание витамина С у изученных сортов и межвидовых гибридов варьировало от 8,4 до 14,8 мг%. Определение проводили в марте, а, как известно, количество витаминов в клубнях картофеля при хранении уменьшается. Высокое содержание витамина С для данного периода определения отмечено у сорта Тукан (14,8 мг %), гибридов 52-10-5 (14,8), 72-16-12 (14,8) и 61-10-5 (14,8 мг %).

Содержание нитратов у всех изученных гибридов не превысило пороговый уровень допустимой концентрации в 250 мг/кг продукта. Исключением стал только гибрид 217.197-2, у которого данный показатель составил 313,6 мг/кг.

Показатели качества крахмала у 58 сортообразцов картофеля представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества крахмала у сортов, гибридов и линий картофеля

Образец	Средний размер крахмальных зерен, мк	Доля крупнозернистой фракции (более 35 мк), %	Количество амилозы, %
295-15-6	51,7	57,4	28,3
52-10-10	58,7	58,8	28,2
52-10-5	51,7	47,6	27,9
14-07-4	48,4	57,2	27,0
14-07-7	42,6	49,2	27,2
166-13-7	44,4	44,2	28,3
209-08-7	57,0	56,2	28,7
15ху97-1	52,2	57,2	28,1
151-13-4	46,5	44,0	28,3
238у07-5	49,7	53,2	25,4
26-11-10	49,0	54,2	28,2
58ху98-7	54,5	57,8	27,5
Олександрит	39,1	48,5	26,9
89у06-2а	54,9	60,4	23,4
52-10-21	49,7	51,0	25,6
Зарево	45,2	48,8	34,9
Сигнум	47,9	50,6	29,6
Синтез	45,5	52,6	28,2
32ху05-15	34,1	28,4	25,3
Альбатрос	38,9	35,8	27,8
115-11-3лб	54,2	55,8	28,5
50-16-10	54,5	27,9	21,6
Куба	46,1	50,6	26,2
72-16-9	46,2	44,4	26,4
Здабытак	67,9	67,0	27,8
Тукан	52,8	59,0	27,9
72-16-12	60,5	64,8	27,0
109-09-1л2	51,7	52,8	29,5
Лазарь	51,6	64,6	27,3
Максимум	42,7	55,0	28,5
Кураж	57,3	64,6	27,2
63-17-1	60,3	59,6	28,5
134-10-5л4	49,7	54,8	29,7
Лад	27,9	24,8	27,5
61-16-5	42,0	48,0	26,8
133-08-1л2	49,3	50,2	27,6

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Окончание таблицы 2

Образец	Средний размер крахмальных зерен, мк	Доля крупнозернистой фракции (более 35 мк), %	Количество амилозы, %
56-16-25	46,6	46,8	25,6
Крок	48,8	52,8	28,7
201114-8	46,7	45,4	26,7
16П 15-5	46,9	50,4	30,1
16Б 03-17	54,2	60,8	30,1
16Б 08-4	42,9	46,8	29,9
0150-6	53,9	50,8	30,0
217.235-6	57,9	63,0	27,6
217.247-1	55,1	60,0	25,8
217.43-6	36,0	35,6	26,4
217.25-2	50,2	51,2	25,5
13/8-1	56,3	55,8	27,1
217.200-2	50,6	53,2	26,1
217.197-2	50,5	59,2	25,0
0213.230-5	49,2	51,4	25,8
209.23-27	53,7	60,6	25,9
214.32-12-6	63,0	47,2	29,2
215.274-20	52,1	60,8	27,3
206.180-2	48,4	52,8	26,9
12/69-6	52,5	60,0	24,8
201.161-11	38,0	35,0	30,8
13/35-9a	40,5	34,0	28,9

Средний размер крахмальных зерен изменялся от 27,9 (Лад) до 67,9 мк (Здабытак). Самая большая доля крупнозернистой фракции (более 35 мк) отмечена у сорта Здабытак (67,0 %). С высокой долей крупнозернистой фракции (60,0–66,9 %) выделено 8 гибридов. Средним значением крупнозернистой фракции (50–60 %) характеризовались 30 образцов, 20 – имели показатели ниже среднего (менее 50 %).

Очень высоким содержанием амилозы (более 30 %) характеризуются гибриды 16П15-5, 16Б03-17, 201.161-11 и сорт Зарево. Высокие показатели (25–30 %) имеют 50 образцов, 4 формы характеризовались средним (менее 25 %) содержанием амилозы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы проведена оценка по биохимическим показателям клубней.

Выделен ряд форм, обладающих комплексом признаков, которые могут стать исходным материалом для дальнейшей селекционной работы:

– Зарево, Сигнум, Синтез, Максимум, 52-10-10, 52-10-5, 14-07-4, 14-07-7, 166-13-7, 15ху97-1, 151-13-4, 238у07-5, 58ху98-7, 16П15-5 с очень высоким содержанием сухих веществ;

– 40 образцов с очень низким содержанием редуцирующих сахаров;

– Тукан, 52-10-5, 72-16-12, 61-10-5 с относительно высоким содержанием витамина С;

– 16П15-5, 16Б03-17, 201.161-11 и сорт Зарево с очень высоким содержанием амилозы;

– 8 гибридов с высокой долей крупнозернистой фракции крахмала.

Список литературы

1. Бульба беларуская. Энциклопедия / А. О. Бобрик [и др.]; под общ. ред. И. И. Колядко. – Минск, 2008. – 382 с.

2. Бычков, Д. А. Исходный материал для селекции картофеля на повышенное содержание крахмала / Д. А. Бычков // Генетические ресурсы культурных растений : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : тез. докл. / ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. – СПб., 2001. – С. 230–231.
3. Бычков, Д. А. Исходный материал для селекции картофеля на повышенное содержание крахмала [Оценка донорских свойств коллекции сортов ВИРа по методу много-ступенчатого скрининга (Россия)] / Д. А. Бычков // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси / Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – Ч. 1. – С. 257–261.
4. Ермолаев, Е. Методы оценки картофеля в современной селекции / Е. Ермолаев. – М., 1959. – С. 124–127.
5. Колядко, И. И. Повышение эффективности промышленной переработки картофеля / И. И. Колядко, Г. И. Пискун, Л. Н. Козлова // Белорус. сельское хоз-во. – 2008. – № 4 (72). – 12 с.
6. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.
7. Методы биохимического исследования растений / В. В. Арасимович [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М., 1959. – 168 с.
8. Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России / Е. А. Симаков [и др.] ; под общ. ред. В. И. Старовойтова. – М., 2006. – 153 с.
9. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
10. Товарные и потребительские качества, пищевая ценность и дегустационные характеристики столовых сортов картофеля / А. Э. Шабанов [и др.] // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2014. – С. 84–89.
11. Шпаар, Д. Картофель (Возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер ; под ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
12. Luchhisinger, W. W. Reducing power by the dinitrosallycyl acid method / W. W. Luchhisinger, B. A. Corneski // Anal. Biochem. – 1962. – P. 346.

Поступила в редакцию 27.10.2021 г.

V. A. KOZLOV, L. N. KOZLOVA, E. I. MEDVEDEVA,
A. V. CHASHINSKIY, N. V. RUSETSKIY, T. V. SEMANYUK

STUDY OF PROMISING SELECTIVE BREEDING MATERIAL BASED ON THE BIOCHEMICAL INDICATORS OF POTATO TUBERS

SUMMARY

Potato varieties and hybrids were studied by the biochemical indicators of tubers: dry matter, reducing sugars, total protein, Vitamin C, nitrates. An assessment is given by the indicators of starch quality, namely, the amylose content and the proportion of the coarse fraction. A number of samples with high biological value, as well as with indicators of high-quality starch, has been identified.

Key words: potatoes, variety, hybrid, dry matter, reducing sugars, total protein, Vitamin C, nitrates, starch quality, amylose.