

# Оценка потемнения мякоти клубней новых перспективных сортов картофеля

Assessment of the darkening of the pulp of tubers of new promising potato varieties

Митюшкин А.В., Симаков Е.А., Журавлев А.А.,  
Митюшкин Ал-р. В., Гайзатулин А.С., Семенов В.А.

Mityushkin A.V., Simakov E.A., Zhuravlev A.A.,  
Mityushkin Al-R. V., Gaizatulin A.S., Semenov V.A.

## Аннотация

Цель исследований – оценка степени проявления признака потемнения мякоти клубней новых перспективных сортов картофеля в зависимости от уровня биохимических показателей сырых и вареных клубней. Полевые опыты проводили в 2022-2023 годах в условиях оптимального фона минерального питания ( $N_{90}P_{120}K_{180}$ ) на дерново-подзолистой супесчаной почве ЭБ «Пышлицы» ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха Московской области. В опыте использовали 13 новых перспективных сортов картофеля собственной селекции и 3 сорта-стандарта различного срока созревания: Метеор, Удача (ранние); Краса Мещеры, Садон, Невский (среднеранние); Артур, Барин, Восторг, Вымпел, Гранд, Мираж, Пламя, Синеглазка 2016, Флагман, Колобок (среднепоздлые). Потемнение мякоти сырых клубней различной интенсивности установлено у семи сортов (Синеглазка 2016, Гранд, Метеор, Мираж, Пламя, Барин и Армада) и двух сортов-стандартов (Невский, Удача). При этом отмечено потемнение в подкожном слое клубней у сортов Удача, Метеор, Невский и Армада, а у сортов Синеглазка 2016, Мираж, Пламя, Гранд и Барин – в пуповинной части клубней. Мякоть сырых клубней сортов Метеор, Невский и Мираж темнеет незначительно, а у большинства сортов потемнение мякоти отсутствует. Однако только у четырех сортов с темнеющей мякотью сырого клубня (Армада, Мираж, Пламя, Синеглазка 2016) темнеет и мякоть вареного клубня, в то время как у двух сортов-стандартов также темнеет. Биохимический анализ контрастных в отношении потемнения мякоти сортов в верхушечной и пуповинной части клубней показал, что с повышением содержания аминокислоты тирозин и активности фермента полифенолоксидаза возрастает степень потемнения мякоти. Это позволило выявить существенные различия в степени потемнения мякоти клубней новых перспективных сортов, обуславливающей одно из важнейших потребительских и кулинарных качеств.

**Ключевые слова:** картофель, перспективные сорта, потемнение мякоти клубней, биохимические показатели.

**Для цитирования:** Оценка потемнения мякоти клубней новых перспективных сортов картофеля / А.В. Митюшкин, Е.А. Симаков, А.А. Журавлев, Ал-р. В. Митюшкин, А.С. Гайзатулин, В.А. Семенов // Картофель и овощи. 2024. №4. С. 28-31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.48.73.005>

При создании высокопродуктивных и устойчивых к биогенным и абиогенным факторам внешней среды столовых сортов картофеля одним из важных требований являются высокие потребительские и кулинарные качества клубней с нетемнеющей мякотью до и после приготовления разнообразных блюд [1]. При этом известно, что при очистке клубней некоторые сорта картофеля через определенное время приобретают окраску от красноватой до черной, а у других сортов пос-

## Abstract

The aim of the research is to assess the degree of manifestation of the sign of darkening of the pulp of tubers of new promising potato varieties, depending on the level of biochemical parameters of raw and boiled tubers. Field experiments were carried out in 2022-2023 under the conditions of an optimal background of mineral nutrition ( $N_{90}P_{120}K_{180}$ ) on sod-podzolic sandy loam soil of the Pyshtitsy Plant of the A.G. Lorkh Potato Plant of the Moscow region. In the experiment, 13 new promising varieties of potatoes of their own selection and 3 standard varieties of different maturation periods were used: Meteor, Udacha (early); Krasa Meschery, Sadon, Nevsky (medium-early); Arthur, Barin, Vostorg, Vympel, Grand, Mirage, Plamja, Sineglazka 2016, Flagman, Kolobok (medium-ripe). Browning of the pulp of raw tubers of varying intensity was found in seven varieties (Sineglazka 2016, Grand, Meteor, Mirage, Plamja, Barin and Armada) and two standard varieties (Nevsky, Udacha). At the same time, showed darkening in the subcutaneous layer of tubers in the varieties, Udacha, Meteor, Nevsky and Armada, and in the varieties Sineglazka 2016, Mirage, Plamja, Grand and Barin – in the umbilical part of the tubers. The flesh of the raw tubers of the Meteor, Nevsky and Mirage varieties darkens slightly, and in most varieties there is no darkening of the pulp. However, only 4 varieties with darkening pulp of raw tuber (Armada, Mirage, Plamja, Sineglazka 2016) darken the flesh of boiled tuber, while 2 standard varieties also darken. Biochemical analysis of varieties contrasting with respect to darkening of the pulp in the apical and umbilical parts of tubers showed that with an increase in the content of the amino acid tyrosine and the activity of the enzyme polyphenol oxidase, the degree of darkening of the pulp increases. This made it possible to identify the creature

**Key words:** potatoes, promising varieties, darkening of the pulp of tubers, biochemical parameters.

**For citing:** Assessment of the darkening of the pulp of tubers of new promising potato varieties. A.V. Mityushkin, E.A. Simakov, A.A. Zhuravlev, Al-r V. Mityushkin, A.S. Gaizatulin, V.A. Semenov. Potato and vegetables. 2024. No4. Pp. 28-31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2024.48.73.005> (In Russ.).

ле варки наблюдается проявление синевато-серой окраски [2]. Потемнение мякоти клубней картофеля безвредно для организма, однако становится серьезным препятствием для их широкого использования в кулинарии из-за малопривлекательного вида. В качестве наиболее вероятного фактора, обуславливающего различную степень потемнения клубней, рассматривается окисление таких фенольных соединений, как хлорогеновая кислота и аминокислота тирозин, ферментом полифено-

**Таблица 1. Степень потемнения мякоти сырых и вареных клубней новых перспективных сортов картофеля, балл (2022-2023 годы)**

Сорта	Срок созревания*	Сырые клубни			Вареные клубни		
		через 1 час	через 10 часов	через 24 часа	через 1 час	через 10 часов	через 24 часа
Армада	с.р.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	7 (слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	3 (сильно темнеет)
Артур	с.с.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Барин	с.с.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Восторг	с.с.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Вымпел	с.с.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Гранд	с.с.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	7 (слабо темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Краса Мещеры	с.р.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Метеор	р.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	7 (слабо темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Мираж	с.с.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	7 (слабо темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)
Пламя	с.с.	7(слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	5(умеренно темнеет)	7(слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	3 (сильно темнеет)
Садон	с.р.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Синеглазка 2016	с.с.	7(слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)	3 (сильно темнеет)	7(слабо темнеет)	3 (сильно темнеет)	3 (сильно темнеет)
Флагман	с.с.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)
Удача st	р	7(слабо темнеет)	7 (слабо темнеет)	3 (сильно темнеет)	3 (сильно темнеет)	3 (сильно темнеет)	3 (сильно темнеет)
Невский st	с.р.	9 (не темнеет)	7 (слабо темнеет)	7 (слабо темнеет)	9 (не темнеет)	7(слабо темнеет)	5(умеренно темнеет)
Колобок st	с.с.	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)	9 (не темнеет)

\* р. – ранний; с.р. – среднеранний; с.с. – среднеспелый

локсидазой [3]. В то же время прямой корреляции между активностью полифенолоксидазы, количеством хлорогеновой кислоты и степенью потемнения мякоти клубней не выявлено [4]. Однако даже при отсутствии такой связи, именно данное обстоятельство обуславливает образование меланина, вызывающего появление темной окраски мякоти клубней [5]. При этом, согласно данным ряда исследований, потемнение мякоти сырых и вареных клубней – сортовой признак и во многом зависит от условий выращивания [6].

В связи с этим целью наших исследований стала оценка степени проявления признака потемнения мякоти среди новых перспективных сортов картофеля в зависимости от уровня некоторых биохимических показателей сырых и вареных клубней.

**Условия, материалы и методы исследований**

В качестве материала для исследований использовали 13 новых перспективных сортов кар-

тофеля селекции ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» и три сорта-стандарта различного срока созревания: Метеор, Удача (ранние); Армада, Садон, Невский (среднеранние); Артур, Барин, Восторг, Вымпел, Гранд, Краса Мещеры, Мираж, Пламя, Синеглазка 2016, Флагман, Колобок (среднеспелые). Сортаобразцы выращивали в условиях оптимального фона минерального питания (N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub>) на дерново-подзолистой супесчаной почве ЭБ «Пышлицы» ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха Московской области. При уборке от каждого сорта отбирали по 100 клубней среднего размера и хранили до проведения анализов (через 1,5–2 месяца после уборки) при оптимальном температурно-влажностном режиме. Интенсивность потемнения мякоти сырых и вареных клубней оценивали по методике, предложенной международной рабочей группой EAPR [7]. Клубни сортов очищали и разрезали пополам. Одну половинку использовали для оценки потемнения сырой мякоти, а вторую отваривали и также испытывали на потемне-

**Таблица 2. Степень потемнения мякоти вареных клубней сортов картофеля в зависимости от уровня биохимических показателей (2023 год)**

Сорт	Анализируемая часть клубня	Биохимический показатель		
		активность полифенолоксидазы (условные единицы)	аминокислота тирозин (мг на 100 г сырой массы)	pH клеточного сока
Артур	Верхушка	0,23±0,02	3,2±0,27	6,23±0,36
	Пуповина	0,45±0,05	4,0±0,33	6,22±0,50
Синеглазка 2016	Верхушка	0,79±0,09	4,2±0,30	6,28±0,42
	Пуповина	1,22±1,04	10,2±2,17	6,44±0,29
Садон	Верхушка	0,41±0,03	1,9±0,09	6,17±0,40
	Пуповина	0,48±0,02	3,4±0,25	6,20±0,28
Удача	Верхушка	0,97±0,07	4,7±0,36	6,36±0,37
	Пуповина	1,38±0,11	8,0±1,97	6,52±0,44

ние. Оценку проводили визуально через 1, 10 и 24 часа после отваривания. При этом использовали девятибалльную шкалу оценки: 1 балл – темнеет очень сильно; 3 балла – сильно темнеет по всей поверхности; 5 баллов – умеренно; 7 баллов – слабо и 9 баллов – не темнеет. В клубнях этих же сортов определяли активность фермента полифенолоксидазы, количество свободного тирозина и уровень pH клеточного сока [8]. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программного обеспечения Excel-2010.

### Результаты исследований

При анализе потемнения мякоти сырых клубней изучаемого сортимента картофеля выявлено

значительное варьирование интенсивности проявления данного признака среди сортов различного срока созревания. Оказалось, что потемнение мякоти различной интенсивности наблюдалось у сортов Синеглазка 2016, Гранд, Метеор, Мираж, Пламя, Барин и Армада и двух сортов-стандартов Удача, Невский (табл. 1).

При этом следует отметить некоторые особенности проявления данного признака у склонных к потемнению сортов картофеля. В частности, у сортов Удача, Метеор, Невский и Армада отмечено потемнение в подкожном слое клубней, а у сортов Синеглазка 2016, Мираж, Пламя, Гранд и Барин – в пуповинной части клубней. Причем, мякоть клубней сортов Метеор, Гранд и Барин,



Рис. 1. Сорт Барин (белая не темнеющая мякоть вареного картофеля)



Рис. 2. Сорт Удача (белая сильно темнеющая мякоть вареного картофеля)



Рис. 3. Сорт Артур (желтая не темнеющая мякоть вареного картофеля)



Рис. 4. Сорт Мираж (желтая слабо темнеющая мякоть вареного картофеля)

Невский и Мираж темнеет незначительно, а у большинства сортов (Артур, Восторг, Вымпел, Краса Мещеры, Садон, Флагман, Колобок) вообще не потемнеет. Однако только у сортов с темнеющей мякотью сырого клубня Армада, Мираж, Пламя, Удача, Невский, Синеглазка 2016 также темнеет и мякоть вареного клубня (рис. 1–4).

Исходя из результатов оценки степени потемнения мякоти клубней новых перспективных сортов картофеля и учитывая связь этого признака с некоторыми биохимическими показателями клубней, предпринята попытка установить зависимость между потемнением мякоти и содержанием свободного тирозина и активностью фермента полифенолоксидазы. Для этого подобраны два сорта с сильно темнеющей мякотью (Синеглазка 2016, Удача) и два сорта с нетемнеющей мякотью клубня (Артур, Садон). При определении биохимических факторов потемнения мякоти в верхушечной и пуповинной части клубней установлено, что с повышением содержания тирозина и увеличением активности полифенолоксидазы возрастает степень потемнения мякоти (табл. 2.).

Так, у сортов Синеглазка 2016 и Удача при содержании тирозина в пуповинной части клубней в пределах 10,2 и 8,00 мг на 100 г сырой массы, активность полифенолоксидазы составила 1,22 и 1,38 условных единиц. В то же время, у сортов

с нетемнеющей мякотью Артур и Садон при содержании тирозина в пуповине клубней 4,0 и 3,4 мг на 100 г сырой массы активность фермента достигала 0,45 и 0,48 условных единиц. Кроме того, отмечена незначительная тенденция повышения активности полифенолоксидазы при увеличении pH клеточного сока ближе к нейтральной реакции.

**Выводы**

Результаты оценки новых перспективных сортов картофеля по одному из важных потребительских и кулинарных качеств клубней позволили выявить существенные различия их способности к потемнению мякоти. В наибольшей степени темнеет мякоть клубней сортов Армада, Пламя, Синеглазка 2016 и Удача, незначительно – сортов Метеор, Гранд, Барин, Невский, Мираж и совсем не темнеет – сортов Артур, Восторг, Вымпел, Краса Мещеры, Садон, Флагман, Колобок. Потемнение мякоти клубней сортов картофеля в определенной степени обуславливается активностью полифенолоксидазы, содержанием тирозина и pH клеточного сока. Верхушечная часть клубней сортов темнеет меньше пуповинной из-за различных количественных характеристик биохимического состава.

**Библиографический список**

1. Селекция и семеноводство картофеля: научное обеспечение и бизнес-проекты / С.В. Жевора, Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, А.А. Журавлев, С.Н. Зебрин // Картофель и овощи. 2023. №4. С. 6–10. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.22.92.003>
2. Котова К.А., Фомичева Г.С. Изучение характера потемнения мякоти клубней картофеля в зависимости от сорта, хранения и условий выращивания // Науч. тр. Ленингр. СХИ. 1976. Т. 95. С. 81–86.
3. Метлицкий Л.В., Цехомская В.М. О биохимической природе почернения сердцевин клубней картофеля // Биохимия плодов и овощей. 1974. №2. С. 45–52.
4. Mapson L.W., Tomalin A.W. Influence of variety cultural conditions and temperature of storage on enzymic browning of potato tubers. J. Sci. Food and Agric. 1983. Vol. 14. №9. Pp. 93–101.
5. Umaerus M., Ollson K. Screening for low potential after cooking blackening in breeding population // Proc. of the 7 th Triennial conf. of the EAPR, Wageningen. 1986. Pp. 138–139.
6. Oruna-Concha M.J., Bakker J., Ames J.M. Comparison of the volatile components of two cultivars of potato cooked by boiling, conventional baking and microwave baking. J.Sci. Food Agric. 2002. Vol. 82. Pp.1080–1087.
7. Domański L. Ocena wartosci konsumpcyjnych ziemniaków. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR. Radzików. Warszawa. 2001. Ss. 105–109.
8. Кирюхин В.П. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.

**References**

1. Potato breeding and seed production: scientific support and business projects. S.V. Zhevora, E.A. Simakov, B.V. Anisimov, A.V. Mitjushkin, A.A. Zhuravlev, S.N. Zebrin. Potato and vegetables. 2023. No4. Pp. 6–10. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.22.92.003> (In Russ.).
2. Kotova K.A., Fomicheva G.S. Study of the nature of darkening of the pulp of potato tubers depending on the variety, storage and growing conditions // Scientific papers of Leningrad Agr. Inst. 1976. Vol. 95. Pp. 81–86 (In Russ.).
3. Metlitsky L.V., Tsekhomskaya V.M. On the biochemical nature of the blackening of the core of potato tubers. Biochemistry of fruits and vegetables. 1974. No2. Pp. 45–52 (In Russ.).
4. Mapson L.W., Tomalin A.W. Influence of variety cultural conditions and temperature of storage on enzymic browning of potato tubers. J. Sci. Food and Agric. 1983. Vol. 14. №9. Pp. 93–101.
5. Umaerus M., Ollson K. Screening for low potential after cooking blackening in breeding population // Proc. of the 7 th Triennial conf. of the EAPR, Wageningen. 1986. Pp. 138–139.
6. Oruna-Concha M.J., Bakker J., Ames J.M. Comparison of the volatile components of two cultivars of potato cooked by boiling, conventional baking and microwave baking. J.Sci. Food Agric. 2002. Vol. 82. Pp.1080–1087.
7. Domański L. Assessment of the quality of food potatoes. Radzików. Warszawa. 2001. Pp. 105–109 (In Polish).
8. Kiryukhin V.P. Methods of physiological and biochemical studies of potatoes. Moscow. All-Russian research institute of potato industry. 1989. 142 p. (In Russ.).

**Об авторах**

Симаков Евгений Алексеевич, доктор с.-х. наук, г.н.с., зав. отделом экспериментального генофонда  
 Митюшкин Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с., зав. лабораторией селекции сортов для переработки  
 Журавлев Алексей Алексеевич, канд. с.-х. наук, с.н.с., сотрудник отдела экспериментального генофонда  
 Митюшкин Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела экспериментального генофонда  
 Гайзатулин Александр Сергеевич, канд. с.-х. наук, н.с. отдела экспериментального генофонда  
 Семенов Владимир Алексеевич, н.с. лаборатории селекции сортов для переработки  
 ФГБНУ Федеральный исследовательский центр (ФИЦ) картофеля имени А.Г. Лорха

**Author details**

Simakov E.A., DSci, chief research fellow, head of experimental gene pool department  
 Mityushkin A.V., Cand. Sci (Agr.), leading research fellow, head of the laboratory for selection of varieties for processing  
 Zhuravlev A.A., Cand. Sci (Agr.), senior research fellow experimental gene pool department  
 Mityushkin Al-r V., Cand. Sci (Agr.), senior research fellow, experimental gene pool department  
 Gaizatullin A.S., Cand. Sci (Agr.), research fellow, experimental gene pool department  
 Semenov V.A., research fellow laboratory for selection of varieties for processing  
 FSBSI Federal research centre for potato after A.G. Lorkh