

УДК 635.153:581.4

ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА КАК ОСНОВЫ УРОЖАЯ ЛИСТОВОЙ РЕДЬКИ (*RAPHANUS SATIVUS* L.)



Елисеева О.В. – кандидат биол. наук, доцент каф. неорганической и аналитической химии

Елисеев А.Ф. – кандидат с.-х. наук, доцент каф. овощеводства

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
Тел. (499) 977-56-17, (499) 976-16-28
E-mail: elysol11@yandex.ru

В работе представлены данные о формировании растениями листовой редьки ассимиляционного аппарата в течение вегетационного периода до достижения ими технической спелости.

Ключевые слова: редька, листья, ассимиляционный аппарат.

Характер формирования ассимиляционного аппарата у листовых овощных культур в ходе вегетации в известной степени определяет рост растений и прогнозируемый урожай. На продуктивные показатели зеленых овощных культур наряду с внешними факторами значительное влияние оказывают биологические особенности и, в частности, рост и развитие главного побега, морфологические показатели, такие, как число листьев на растении и их размеры. В Юго-Восточной Азии возделывается листовая форма редьки, которую используют в свежем виде либо в заготовках, как компонент «кимчи». Особенность листовой редьки в том, что в пищу у этой культуры может употребляться всё растение целиком (листья и корни). И хотя долевое участие корней в массе растения небольшое [4, 5], однако при учёте урожая этот показатель не исключается. Структура урожая у листовой редьки – это сформировавшиеся розеточные листья и небольшой корень.

Цель исследований

Установить особенности формирования ассимиляционного аппарата у листовой редьки как основной составляю-

щей урожая данной культуры. Определить ход гетерофиллии у растений в ходе продукционного этапа.

В эксперимент по изучению особенностей формирования ассимиляционного аппарата у листовой редьки в продукционный этап, проводимый в 2002-2005 годах, было включено 4 сорта листовой редьки южнокорейской селекции.

Листовая редька

По литературным данным возделываемые формы листовой редьки относятся к *Raphanus sativus* subsp. *sinensis* Sazon. et Stankev. convar. *oleiferus* (L.) Sazon. et Stankev. – редька посевная китайская масличная [8]. В фазе технической спелости – это однолетние, травянистые, розеточные растения, высотой 20-30 см. В розетке насчитывается от 8 до 12 голых (неопушённых) листьев, различающихся по форме и степени рассечённости. Корень небольшой, стержневой, корнеплод не формируется или образуется небольших размеров (у сортов двоякого назначения). Соцветие – кисть. Плод – стручок. Период вегетации до получения товарной продукции 29-40 суток [4, 5].

Сорт VR-Tv-28 – однолетние травянистые растения, формирующие от 8 до 12 листьев. Листья лировидные, цельные, неопушённые, собраны в розетку. Розетка листьев прямостоячая, высотой 20-30 см. Корень стержневой, белого цвета. Корнеплод не образует. Vegetационный период до технической спелости 30-40 суток [7].

Сорт VR-Hy-235 – однолетние травянистые растения, формирующие от 8 до 12 листьев. Листья лировидно-лопастные, неопушённые, собраны в розетку. Розетка листьев прямостоячая, высотой 20-30 см. Корень стержневой, белого цвета. Корнеплод не образует. Vegetационный период до технической спелости 30-40 суток [7].

Данные по сортам **VR-Hy-265** и **VR-Tv-18** в доступной научной литературе отсутствуют.

Методика исследования

Опыт закладывали в защищённом грунте с целью обеспечить для растений выровненные параметры факторов внешней среды и недопущение резких колебаний температуры и влажности. Посев проводили 5 апреля. Учётная делянка 1 м². Схема посева 20x8 см. В фазе 1-го листа осуществляли нормирование посевов до заданной густоты. Густота стояния 52 растения/м². Уборку урожая проводили через 4 недели после посева (фаза технической спелости) для того, чтобы листовая редька вписывалась в культурооборот с зелеными культурами и на одном участке могла возделываться с такими популярными зелеными культурами как укроп, листовая салат, редис и др. Учёт и анализ экспериментальных данных по ассимиляционному аппарату растений проводили на 12, 17, 22 и 26 суток от появления всходов. Закладку опытов, наблюдения, учёты и анализ полученных данных проводили в соответствии с принятыми методиками [1, 2, 3, 6].

Результаты и их обсуждение

Массовые всходы появились на 6 сутки после посева семян. У всех изучаемых сортов на 6 сутки после появления массовых всходов отмечалось образование первого листа. В дальнейшем темпы образования новых листьев ускорялись, и к 12-м суткам вегетации большинство растений насчитывало по 3-4 листа. Таким образом, в начале ювенильной фазы у изучаемых сортов не выявлено существенных различий в интенсивности формирования числа листьев.

У сорта VR-Tv-28 на 12-е сутки после появления всходов (рис. 1) растения имели средние по размеру семядоли и по четыре листа. Длина первого листа составляла 11,7 см, листовая пластинка имела размеры 8x3,1 см, по форме широкая (индекс формы 2,6). Второй, третий и четвёртый листья меньше первого (10, 8,5 и 3,5 см в длину, соответственно). Наибольшим листом на этот период был первый лист.

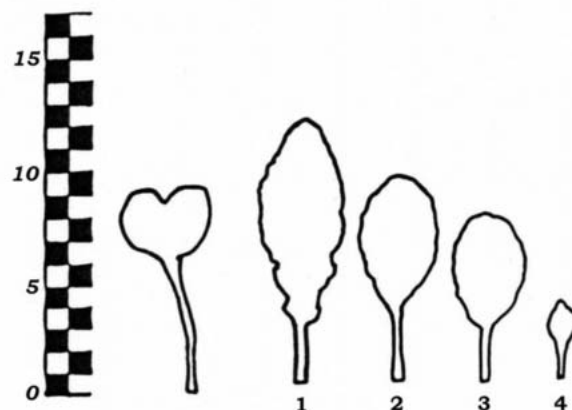


Рис. 1. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-28, 12 суток от появления всходов.

К 17-м суткам вегетации растения данного сорта насчитывали по 6 листьев (рис. 2). Наибольшим был третий лист, его длина составляла 18,2 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 1,9), имеющая размеры 12,8x6,6 см. Самый молодой лист – шестой, он наименьший, имеющий длину 3,4 см.

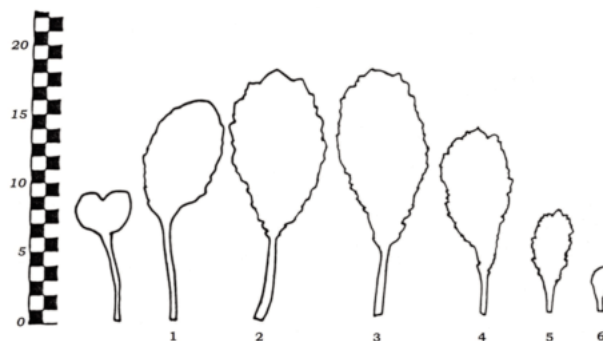


Рис. 2. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-28, 17 суток от появления всходов.

На 22-е сутки вегетационного периода у редьки сорта VR-Tv-28 насчитывалось 8 листьев (рис. 3). Наибольший лист третий, его длина 26,5 см. Листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,7), размером 19,4x7,1 см. Восьмой лист нераскрытый (сложен по центральной жилке нижней стороной наружу), длиной 2,3 см.

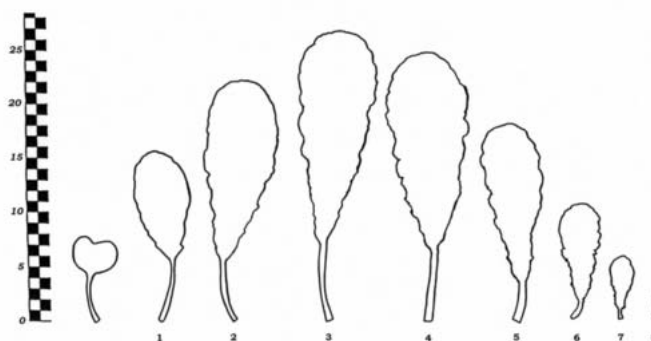


Рис. 3. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-28, 22 суток от появления всходов.

На 26-е сутки после появления всходов (рис. 4) растения рассматриваемого сорта листовой редьки достигли планового срока уборки. На растениях сформировалось по 10 листьев. Наибольший лист четвёртый, его длина 31,9 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2), размером 22,8х11,4 см. Близок к нему по длине и третий лист (29,4 см). Значительные размеры отмечены у 5 и 6 листьев.

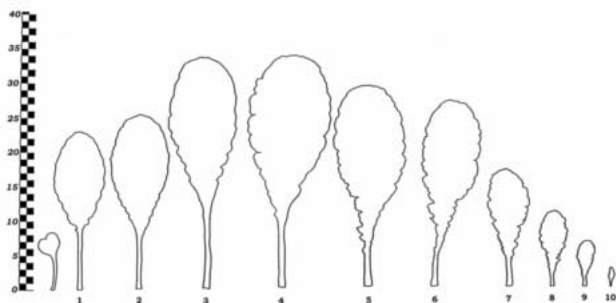


Рис. 4. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-28, 26 суток от появления всходов.

Можно констатировать, что листья у редьки сорта VR-Tv-28 простые, черешковые, окраска зелёная, по форме лировидные, цельные, без опушения. Наибольшим листом на первых этапах вегетации (до 4-х листьев) был первый лист. В дальнейшем (до 6-ти листьев) по длине его опередили второй и третий листья. При образовании на растении 8-ми листьев по длине доминировал третий лист, однако, к моменту формирования 10-ти листьев третьему листу по длине составил конкуренцию четвёртый лист.

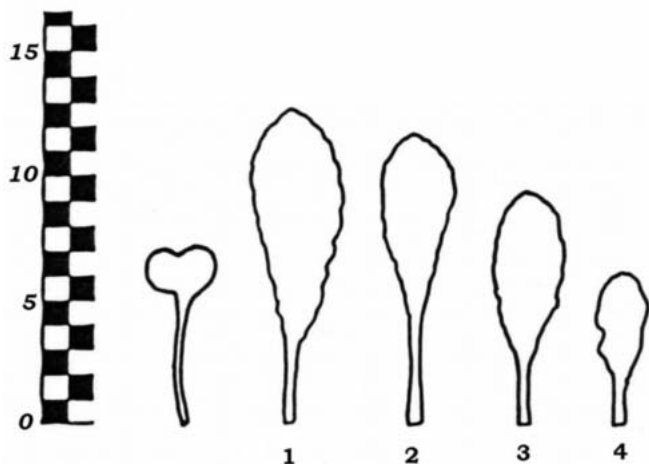


Рис. 5. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-235, 12 суток от появления всходов.

Растения редьки сорта VR-Hy-235 к 12-м суткам вегетации (рис. 5) имели средние по размеру семядоли и по четыре листа. Наибольший лист первый, длиной 12,5 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,5), имеющая размеры 9,4х3,7 см. Самый молодой лист четвёртый, длиной 6,1 см.

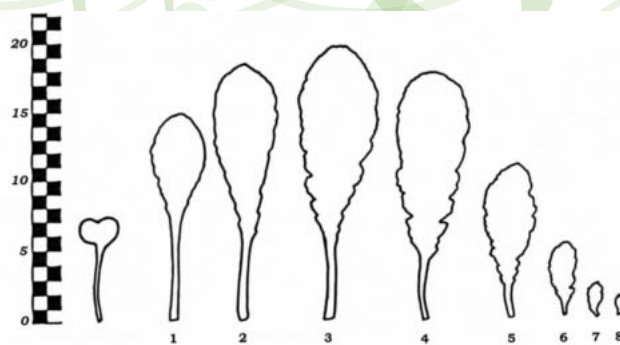


Рис. 6. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-235, 17 суток от появления всходов.

На 17-е сутки после появления всходов на растениях насчитывалось по 8 листьев (рис. 6). Длина третьего, наибольшего, листа 19,4 см, листовая пластинка имела широкую форму (индекс формы 2,7), размеры 13,7х5,1 см. Первый и второй листья цельные. Третий и четвёртый – в большей степени приближались к лировидно-лопастной форме. Более молодые листья (с пятого по восьмой) цельные. Восьмой лист находился в начальной фазе роста и имел всего 1,4 см в длину.



Рис. 7. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-235, 22 суток от появления всходов.

К 22-м суткам вегетационного периода на растениях листовой редьки сорта VR-Hy-235 сформировалось по 10 листьев (рис. 7). Наибольший лист четвёртый, его длина составила 28,8 см, листовая пластинка широкая (индекс формы 2,8), размером 23,7х8,6 см. Первый и второй листья цельные. С третьего по седьмой – лировидно-лопастные с большой верхней лопастью. Восьмой, девятый и десятый листья цельные. Десятый лист нераскрытый, длиной 2,3 см.

В фазе технической спелости у растений данного сорта насчитывалось 13 листьев. На рисунке 8 видно, что у первых двух листьев листовая пластинка цельная. С третьего по пятый листья по форме листовой пластинки лировидно-лопастные с крупной верхней лопастью. С шестого по десятый листья лировидно-раздельные, одиннадцатый лист лировидно-лопастной, двенадцатый лист цельный. Тринадцатый лист нераскрытый, длиной 3,7 см. Длина шестого, наибольшего, листа 36,3 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,6), размером 30,2х11,4 см.

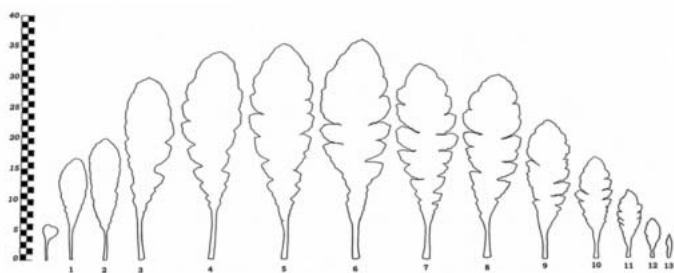


Рис. 8. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-235, 26 суток от появления всходов.

В целом можно отметить, что листья у листовой редьки сорта VR-Hy-235 зелёные, простые, черешковые, без опушения. Характерной морфологической особенностью листьев у редьки этого сорта является рассечённость листовой пластинки, которая меняется в процессе роста растений. Первые два листа в ювенильной фазе были по форме цельными. У следующих, с третьего по пятый, листьев начинается проследиваться рассечённость листовой пластинки и их форму можно характеризовать как лировидно-лопастную. Более поздние по времени формирования листья (с шестого по девятый) приобретают ещё большую рассечённость листовой пластинки, форму которой можно описать как лировидно-раздельную. Последующие, молодые листья, ещё не успели сформировать присущую данному сорту листовую пластинку.

Динамика наибольшего листа показывает следующее. Наибольшим листом на первых этапах вегетации (до 4-х листьев) был первый лист. В дальнейшем (до 8-ми листьев) по длине его опередили второй и третий листья. При образовании на растении 8-ми листьев по длине доминировал третий лист. Однако к моменту формирования на растении десяти листьев наибольшим определен четвёртый лист. На 26 суток вегетации наибольшим был шестой лист.

Растения листовой редьки сорта VR-Hy-235 отличались от растений предыдущего сорта большими темпами нарастания числа листьев. К моменту начала технической спелости у данного сорта насчитывалось 13 листьев против 10-ти у сорта VR-Tv-28.

Растения листовой редьки сорта VR-Hy-265 к 12-му дню после появления массовых всходов имели по 4 листа (рис. 9). Первый лист наибольший, слаборассечённый. Его длина составила 12,4 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,8), размером 9,7х3,4 см. Второй лист лировидно-рассечённый с 5-ю сегментами, третий и четвёртый листья слабо рассечены.

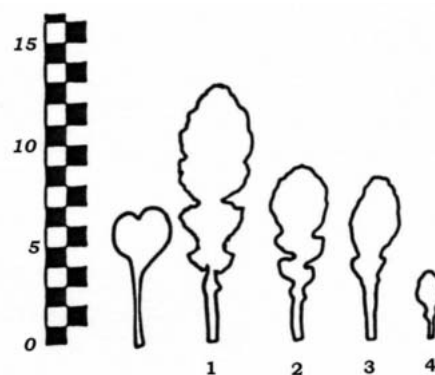


Рис. 9. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-265, 12 суток от появления всходов

На 17-е сутки вегетации у растений насчитывалось по 6 листьев (рис. 10). Первый лист слаборассечённый, лировидно-лопастной формы. Со второго по пятый листья лировидно-рассечённые. У второго листа 5 сегментов, у третьего – 9, у четвёртого – 11, у пятого – 11. Шестой лист слаборассечённый, длиной 3,6 см. Наибольший лист третий. Длина его составила 17,4 см листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,8), имеющая размеры 14,8х5,3 см.

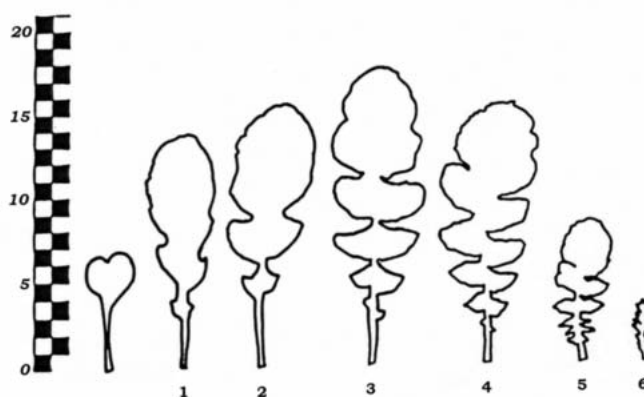


Рис. 10. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-265, 17 суток от появления всходов.

К 22-м суткам вегетационного периода у растений данного сорта сформировалось по 9 листьев (рис. 11). Листья лировидно-рассечённые. Первый лист рассечён слабо. У второго листа 6 сегментов, у третьего – 11, у четвёртого – 13, у пятого – 14, у шестого – 15, у седьмого – 14, у восьмого – 11. Девятый лист не рассечён, полностью не сформирован, длиной 2,3 см. Длина наибольшего листа (четвёртого) 27,7 см, его листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,6), с размерами 24,6х9,6 см.

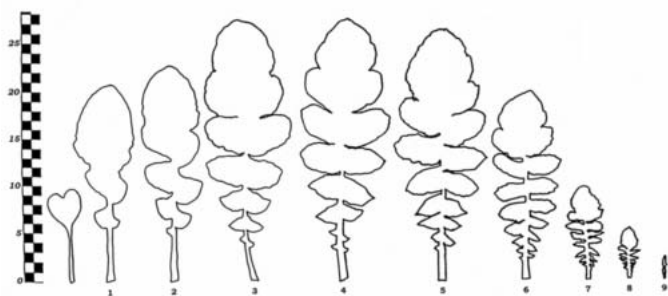


Рис. 11. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-265, 22 суток от появления всходов.

На 26-е сутки вегетации растения сорта VR-Hy-265 находились в фазе технической спелости (рис. 12). У растения десять листьев. Первый лист – рассечение слабо выражено, по форме – лировидно-лопастной, остальные листья в розетке лировидно-рассечённые. У второго листа 7 сегментов, у третьего – 14, у четвертого – 17, у пятого – 19, у шестого – 19, у седьмого – 21, у восьмого – 21, у девятого – 21. Десятый лист полностью не сформирован, не рассечён, длиной 2,7 см. Наибольший лист четвертый, длина которого составила 40,5 см, листовая пластинка с индексом формы 3,1, имеющая размеры 34,6х11,1 см.

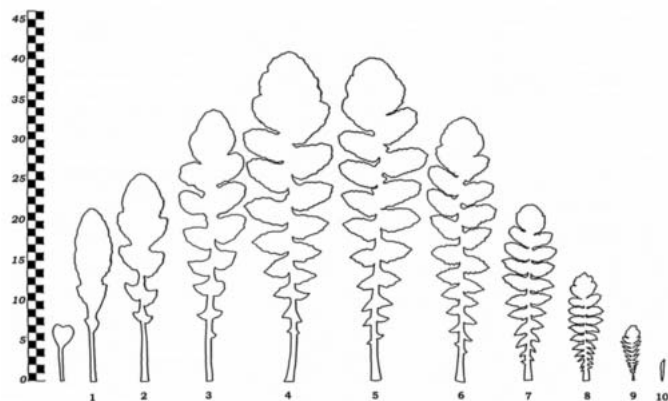


Рис. 12. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Hy-265, 26 суток от появления всходов.

Растения листовой редьки сорта VR-Hy-265 имели средние по размеру семядоли. Листья зелёные, простые, черешковые, лировидно-рассечённые, с редким мягким опушением. За 26 суток вегетации у растений сформировалось по десять листьев. Начиная со второго, все последующие листья лировидно-рассечённые с 7-21 сегментами. По рассечённости листа этот сорт листовой редьки ближе к японскому подвиду редьки.

Динамика наибольшего листа у редьки сорта VR-Hy-265 показывает, что в 12-ти дневном возрасте наибольшим является 1-й лист, на 17-е сутки вегетации – 3-й лист, на 22-е сутки – 4-й лист и на 26-е сутки наибольшим остаётся 4-й лист.

Давая характеристику листовым рядам листовой редьки сорта VR-Tv-18, следует отметить, что к 12-м суткам после

появления массовых всходов у растений этого сорта насчитывалось по 4 листа (рис. 13). Первый лист – наибольший. Он слабо рассечён, длиной 10,8 см, листовая пластинка лировидно-лопастная, по форме широкая (индекс формы 2,2), имеющая размеры 7,6х3,4 см. Последующие второй, третий и четвертый листья меньше первого. Их длина, соответственно, 7,9, 7,1 и 4,6 см. Второй лист лировидно-рассечённый с 3 сегментами. Третий и четвертый листья цельные.

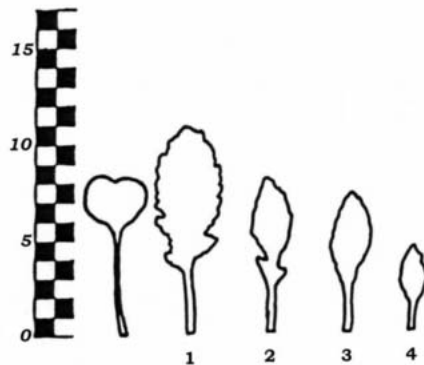


Рис. 13. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-18, 12 суток от появления всходов.

На 17 суток вегетации растения редьки сорта VR-Tv-18 имели по 6 листьев (рис. 14). Первый лист рассечён слабо, по форме лировидно-лопастной. Второй, третий, четвертый и пятый листья лировидно-рассечённые. У второго листа 4 лопасти, у третьего листа 7 лопастей, у четвертого – 7, у пятого – 9. Шестой лист цельный, длиной 2,8 см. Наибольший лист третий, его длина 15,7 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,3) с размерами 12,5х5,4 см.

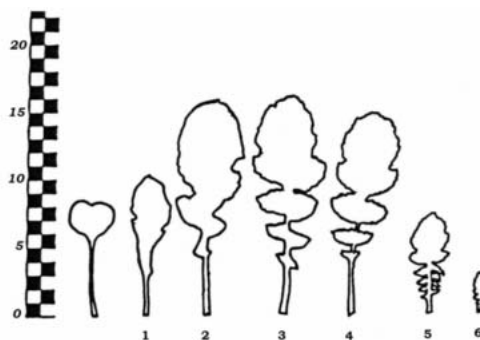


Рис. 14. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-18, 17 суток от появления всходов.

Через 22 суток после появления массовых всходов у растений сорта VR-Tv-18 отмечалось по 8 листьев (рис. 15). Первый – лировидно-лопастной. Со второго по седьмой листья лировидно-рассечённые. У второго листа 7 лопастей, у третьего листа 9 лопастей, у четвертого – 9, у пятого – 12, у шестого – 13, у седьмого – 12. Восьмой лист цельный, длиной 3,1 см. Длина третьего (наибольшего) листа 28,9 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,4), с размерами 25,7х10,5 см.

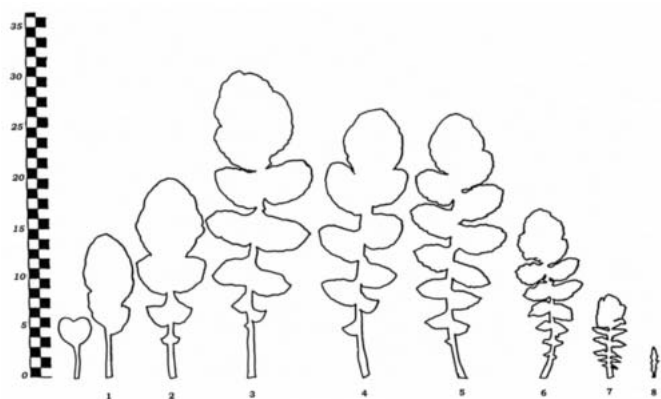


Рис. 15. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-18, 22 суток от появления всходов.

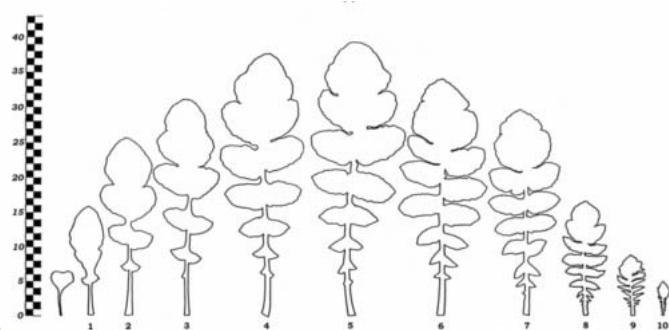


Рис. 16. Листовые ряды растений листовой редьки сорта VR-Tv-18, 26 суток от появления всходов.

На 26 сутки вегетации растения данного сорта находились в фазе технической спелости. У растений по десять листьев (рис. 16). Первый по форме листовой пластинки лировидно-лопастной. Со второго по десятый листья лировидно-рассечённые. У второго листа 4 лопасти, у третьего листа 8 лопастей, у четвёртого – 11, у пятого и шестого – 13, у седьмого – 14, у восьмого, девятого и десятого – 13. Длина десятого листа 4,8 см. Наибольший лист пятый, длиной 41,4 см, листовая пластинка по форме широкая (индекс формы 2,5), имеющая размеры 36,6х14,4 см.

У растений листовой редьки сорта VR-Tv-18 средние по размеру семядоли. Листья зелёные, простые, черешковые, лировидно-рассечённые, с редким мягким опушением.

Рассечённость листа достигала до 14 сегментов. Динамика наибольшего листа показывает, что в возрасте 12 суток наибольшим листом на растении листовой редьки сорта VR-Tv-18 являлся первый лист. Далее, на 17-е и 22-е сутки вегетации наибольшим листом на растении определялся 3-й лист. По прошествии 26 суток вегетации наибольшим листом на растении листовой редьки сорта VR-Tv-18 являлся 5 лист.

Сравнивая и анализируя листовые ряды четырёх сортов листовой редьки между собой, можно отметить следующее. На начальных этапах роста растений особых различий в формировании ассимиляционного аппарата не наблюдалось. В 12-ти дневном возрасте у растений всех сортов сформировалось по 4 листа. Наибольший лист во всех вариантах первый, длина которого находилась в пределах от 10,8 см (сорт VR-Tv-18) до 12,5 см (сорт VR-Hy-235). На 17 сутки от всходов на растениях сформировалось от 6 (сорта VR-Tv-28, VR-Hy-265, VR-Tv-18) до 8 листьев (сорт VR-Hy-235). Наибольший лист у всех сортов третий с размерами от 15,7 см (сорт VR-Tv-18) до 19,4 см (сорт VR-Hy-235). На 22 день после появления всходов у четырёх сортов редьки насчитывалось от 8 (сорта VR-Tv-28 и VR-Tv-18) до 10 листьев (сорт VR-Hy-235). Наибольшим листом был 3-й у сортов VR-Tv-28 и VR-Tv-18 и 4-й у сортов VR-Hy-235 и VR-Hy-265. Длина наибольшего листа составила от 26,5 см (сорт VR-Tv-28) до 28,9 см (сорт VR-Tv-18).

На момент учёта урожая (26 суток вегетации) растения листовой редьки имели показатели, приведённые в таблице 1. На растениях сформировалось от 10 (сорта VR-Tv-28, VR-Tv-18, VR-Hy-265) до 13 листьев (сорт VR-Hy-235). Наибольшим листом у сортов VR-Tv-28 и VR-Hy-265 был 4-й лист, у сорта VR-Tv-18 – 5 лист, у сорта VR-Hy-235 – 6-й лист. Длина наибольшего листа составила от 31,9 см (сорт VR-Tv-28) до 41,4 см (сорт VR-Tv-18). У сортов листовой редьки с рассечённой листовой пластинкой (VR-Hy-265, VR-Tv-18) первый лист имел наименьшую рассечённость. У сорта, формирующего наибольшее число листьев (VR-Hy-235), первый и второй листья, в отличие от последующих, имели цельную форму.

Листья растений сорта VR-Tv-28 имеют цельную форму. Проведенный органолептический анализ показал, что све-

1. Морфологические показатели листовой редьки на момент учёта урожая (26 суток вегетации)

Сорт	Число листьев на растении, шт.	Порядковый номер наибольшего листа	Длина наибольшего листа, см	Форма розеточных листьев	Органолептические показатели, баллы
VR-Tv-28	10	4	31,9	цельная	5
VR-Hy-235	13	6	36,3	лировидно-лопастная	4
VR-Hy-265	10	4	40,5	лировидно-рассеченная	4
VR-Tv-18	10	5	41,4	лировидно-рассеченная	4

жие листья у этого сорта более нежные, сочные и приятные на вкус. Листовая пластинка абсолютно голая и большей толщины по сравнению с другими вариантами.

Выводы

1. По морфологическим показателям листьев сорта листовой редьки VR-Tv-28, VR-Hy-235 и VR-Tv-18 относятся к китайскому подвиду (*Raphanus sativus* convar. *sinensis* L. Sazon. et Stankev.). Сорт листовой редьки VR-Hy-265 по данным показателям близок к японскому подвиду (*Raphanus sativus* convar. *acanthiformis* L. Sazon. et Stankev.).

2. Листовой редьке свойственна гетерофиллия. В зависимости от сорта листья на одном растении могут различаться по размеру и степени рассечённости.

3. Длина наибольшего листа и его порядковый номер в розетке листьев возрастают в процессе вегетации и роста числа листьев на растении.

4. Рассечённость листовой пластинки возрастает по мере увеличения порядкового номера листа на растении.

5. Установлена положительная корреляция между ростом главного (укороченного) побега и степенью рассечённости пластинки листьев листовой редьки. По мере роста побега возрастает рассечённость листовой пластинки.

6. Различия в качественных показателях морфологии листьев (рассечённость, форма листовой пластинки) у изучаемых сортов листовой редьки проявлялись на более ранних этапах онтогенеза (6-12 суток после появления всходов), в количественных показателях (число листьев) – на более поздних (17-22 суток после появления всходов).

7. Изучаемые сорта листовой редьки формируют нежные листья с неопушённой (VR-Tv-28, VR-Hy-235) либо слабо опушённой (VR-Hy-265, VR-Tv-18) листовой пластинкой, что делает их ценными зелеными культурами.

DEVELOPMENT OF ASSIMILATION APPARATUS AS A BASIS OF YIELD OF RADISH (*RAPHANUS SATIVUS* L.)

Eliseeva O.V., Eliseev A.F.

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russia, 127550
E-mail: elysol11@yandex.ru

Summary. Data of the development of leaf assimilation apparatus of radish during vegetative period up to industrial ripeness are presented. The morphological traits of four radish varieties of South Korea's breeding were studied.

Keywords: radish, leaf, assimilation apparatus.



Литература

- Белик В.Ф. (ред.) Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
- Брежнев Д.Д. (ред.) Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов. М.: Колос, 1982. – С. 324-350.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Елисеев А.Ф. Урожайность листовой редьки при разных сроках выращивания / Селекция и семеноводство овощных и бахчевых культур. Тез. докл. научно-теор. конфер. РАСХН ВНИИО. М., 1998. – С. 160-161.
- Елисеев А.Ф., Сонг Бюн Гык Листовая редька – перспективная овощная культура // Докл. ТСХА, 1998. – Вып. 269. – С. 149-155.
- Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994. – 383 с.
- Сонг Бюн Гык Особенности роста и развития редьки европейского, китайского и японского подвидов и реакция растений на разный фотопериод. Дисс. канд. с.-х. наук. М., ТСХА, 1998. – 210 с.
- Шебалина М.А., Сазонова Л.В. Культурная флора СССР. Т. XVIII. Корнеплодные растения. Л.: Агропромиздат, Ленингр. Отд-ние, 1985. – 324 с.