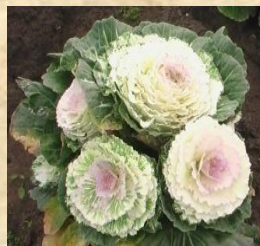




**ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт
генетических ресурсов растений им. Н.И.Вавилова
(ВИР)**

97 лет коллекции капустных культур ВИР: традиции и перспективы

А.М.Артемьева





Капустные культуры – это пища, лекарство, красота и развитая индустрия

По словам Н.И.Вавилова, мировая коллекция должна отражать естественное разнообразие культурных растений и их дикорастущих родичей, а также включать достижения современной селекции.

Brassicaceae crops

10997 accessions
11 genera, 32 species

The biggest in Europe
From 98 countries
30-80% unique accessions

According N.I.Vavilov worldwide collection should reflect natural biodiversity of cultural crops and their wild relatives and also general genepool of modern breeding achievements.

30% - landraces,
58% - breeding cultivars,
12% - inbred lines, DH lines, hybrid populations

Коллекции овощных культур Brassicaceae: 7272 обр.

Vegetable Brassicaceae collections

| Культура | Crop | Botanical name | Number |
|--|---|---|--------|
| Капуста | Cole | <i>Brassica oleracea</i> L. | 2472 |
| Репа | Turnip | <i>B. rapa</i> L. <i>rapifera</i> | 605 |
| Азиатские капустные культуры, брокколетто | Asian <i>brassicas</i> , broccoletto | <i>B. rapa</i> L. <i>pekinensis</i> , <i>chinensis</i> , <i>narinosa</i> , <i>rosularis</i> , <i>ruvo</i> , <i>nipposinica</i> , <i>rapa</i> | 1048 |
| Горчица сар. | Indian mustard | <i>B. juncea</i> Czern. | 117 |
| Рапс овощной | Rape vegetable | <i>B. napus</i> L. var. <i>pabularia</i> | 10 |
| Брюква | Swede | <i>B. napus</i> L. ssp. <i>rapifera</i> Metzg. | 277 |
| Редька, редис | Radish, small radish | <i>Raphanus sativus</i> L. | 2381 |
| Кресс-салат | Water cress | <i>Lepidium</i> L. sp. /4 | 303 |
| Эрука | Salad rocket | <i>Eruca sativa</i> L. | 25 |
| Двурядка | Rocket-salad | <i>Diplotaxis tenuifolia</i> L. | 5 |
| Хрен | Horse radish | <i>Armoracia rusticana</i> L. | 5 |
| | | <i>Brassicaceae</i> sp. /12 | 24 |

Коллекции масличных культур Brassicaceae: 3725 обр.

Oilseed Brassicaceae collections

| Культура | Crop | Botanical name | Number |
|---------------------|--------------------|---|--------|
| Рапс | Rapeseed | <i>B. napus</i> subsp. <i>oleifera</i> Metzg. | 1296 |
| Сурепица | Turnip rape | <i>B. rapa</i> subsp. <i>oleifera</i> Metzg. | 353 |
| Горчица сарептская | Indian mustard | <i>Brassica juncea</i> (L.) Czern. | 1263 |
| Горчица белая | White mustard | <i>Sinapis alba</i> L. | 272 |
| Горчица черн. | Black mustard | <i>Brassica nigra</i> (L.) Koch. | 48 |
| Абиссинская капуста | Abyssinian mustard | <i>Brassica carinata</i> A.Braun | 41 |
| Горчица | Sharlock mustard | <i>Sinapis arvensis</i> L. | 8 |
| Конрингия | Mustard hare's-ear | <i>Conringia orientalis</i> Andoz. | 10 |
| Редька масл. | Chinese radish | <i>Raphanus sativus</i> L. | 6 |
| Крамбе | Sea kale | <i>Crambe</i> sp. /4 | 35 |
| Эрука | Rocket salad/Indau | <i>Eruca</i> sp. /2 | 68 |
| Рыжик | False flax | <i>Camelina</i> sp. /4 | 320 |
| Свербига | Sea rocket | <i>Bunias erucago</i> L. | 5 |

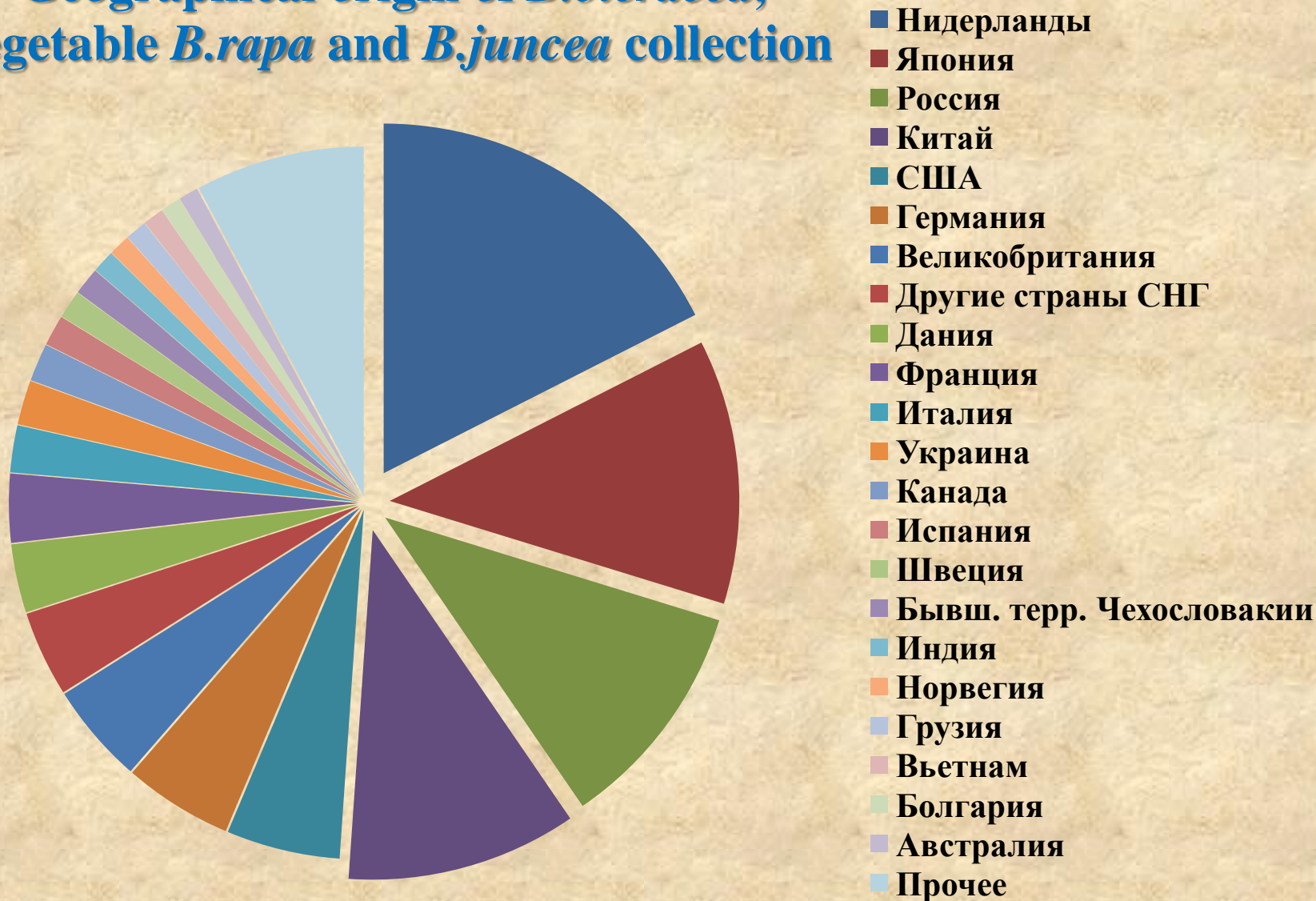
Состав коллекции капусты по культурам

Cole, vegetable *B.rapa* and *B.juncea* crops collection

| Crop | Культура | Количество образцов в каталоге | |
|------------------|--|--------------------------------|------------|
| | | постоянном | временном |
| White cabbage | Капуста белокочанная | 914 | 150 |
| Red cabbage | Капуста краснокочанная | 112 | 12 |
| Savoy | Капуста савойская | 106 | 8 |
| Kohlrabi | Капуста кольраби | 119 | 28 |
| Kale | Капуста листовая | 133 | 33 |
| Brussels sprouts | Капуста брюссельская | 43 | 6 |
| Cauliflower | Капуста цветная | 589 | 80 |
| Broccoli | Капуста брокколи | 93 | 33 |
| Kailan | Капуста белоцветковая | 6 | 7 |
| Chinese cabbage | Капуста пекинская | 384 | 86 |
| Pakchoi | Капуста китайская | 96 | 57 |
| Mizuna | Капуста японская | 15 | 6 |
| Indian mustard | Горчица | 96 | 21 |
| Broccoletto | Брокколетто | 4 | 11 |
| Leafy turnip | Репка листовая | 31 | 27 |
| Vegetable rape | Рапс | 4 | 5 |
| Oilseeds | Масличные (сурепица, WO, YS) | 2 | 16 |
| Raphanobrassica | Raphanobrassica | 0 | 4 |
| Wild species | Дикие виды | 4 | 17 |
| DH lines | DH линии <i>B.rapa</i> (30, 38 и другие) | 0 | 164 |
| | | 2749 | 771 |

Географическое происхождение образцов коллекции капусты

Geographical origin of *B.oleracea*,
vegetable *B.rapa* and *B.juncea* collection



***VIR Brassicaceae* Herbarium**

***Brassicaceae* crops and relatives:**

16 genera, 105 species, 1673 accessions;

Weed (ex-former USSR): 56 genera, 4 000 sheets.

56 genera of family *Brassicaceae* in VIR Herbarium

Alliaria, Alyssum, Arabidopsis, Arabis, Armoracia, Barbarea, Berteroa, Brassica, Bunias, Cakile, Calepina, Camelina, Capsella, Cardamine, Chorispora, Clausia, Clypeola, Conringia, Coronopus, Cryptospora, Dentaria, Descurainia, Diplotaxis, Dontostemon, Draba, Erophila, Eruca, Erysimum, Euclidium, Goldbachia, Hesperis, Hirschfeldia, Isatis, Lepidium, Leptaleum, Litwinowia, Matthiola, Meniocus, Myagrum, Neslia, Neutorularia, Pterygostemon, Raphanus, Rapistrum, Reseda, Rorippa, Sinapis, Sisymbrium, Streptoloma, Strigosella, Syrenia, Tetracme, Thellungiella, Thlaspi, Turritis, Zuvanda

Этапы формирования коллекции

The formation of VIR *Brassicaceae* collection

1921-1922: N.I.Vavilov visit West-European countries, USA and Canada;

1923: Russian resources were registered through All-Russian agricultural exhibitions;

1924: the landraces were collected in the centers of origin and biodiversity Afghanistan, Iran, Armenia;

1925: North-west region, Altay, Far East.

Collection had grown by exchange of valuable material with different Institutes and companies in Western Europe and North America.

In 1926 VIR scientists started to study the collection from 450 acc. of white cabbage and cauliflower, 150 turnip acc., 90 radish acc., 180 mustard acc., etc.

1500 accessions of vegetable *brassicas* and 450 oilseed accessions were collected by N.I. Vavilov himself and his colleagues till 1940.

N.I.Vavilov collecting missions 1926-1929 : *brassicas* 231 ac. /1134 ac.

| Brassicaceae crops | Mediterranean basin 1926-1927 | Ethiopia 1927 | West China 1929 | Korea 1929 | Japan 1929 | Taiwan 1929 |
|--------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|
| Cabbage | 28 | 18 | 6 | | 15 | 30 |
| Radish | 6 | | 28 | 9 | 4 | 49 |
| Turnip | 3 | 3 | 21 | | 11 | |

Crops/collecting missions P.M.Zhukovskiy (1925-1927):
Minor Asia, Mesopotamia, Syria

V.V.Markovich (1926-1928):
India, Ceylon, Japan, China

| | | |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| Radish | 149 | 33 |
| Cabbage | 105 | 39 |
| Turnip | 71 | 17 |
| Mustard | 23 | |
| Cress | 12 | 1 |
| Total | <i>brassicas</i> 360 / 2015 | <i>brassicas</i> 90 / 595 |

E.N.Sinskaya collecting mission to Japan (1928-1929): 241 / 458 acc.

| | |
|-------------------------|----|
| Cabbage | 97 |
| Radish and small radish | 72 |
| Turnip | 59 |
| Mustard | 13 |

But only 30% *brassicas* accessions were saved from this time **during the 2nd World War**. From 1941 till 1945 the collections were stored in Leningrad, a small part of valuable vegetable *brassicas* accessions were evacuated to Ural.

From 1946 resumption of VIR *brassicas* collection started, when loss material was collected from the same locations as in Vavilov time and bought from the same breeding companies like Vilmorin. The first round of new reproduction and new characterization and evaluation trials for old and new accessions has begun from 1946.

From 1950 VIR collections enriched very intensively. All territory of ex former USSR was inspected and local resources are presented in collection very full. Collecting missions to China, India, Japan, Syria, Turkey, and Australia were organized this time too.

From 1980 systematic exchange of material with world-wide gene banks, Institutions and breeding companies have been developed.

Основные направления пополнения коллекции

Main directions of collection increasing

- сбор диких видов и местных форм с высокой степенью устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, ценным биохимическим составом;

Collection the local types and morphotypes with high level of resistance to biotic and abiotic stresses, valuable biochemical composition;

- интродукция новых для России культур и типов сортов;

Introduction new for Russia crops and cultivar types;

- привлечение лучших мировых достижений современной селекции, прежде всего по новейшим направлениям селекции;

Collection of the best world achievements of modern breeding, generally on the newest breeding directions;

- привлечение нового генетического материала – мутантных линий, инбредных линий, самонесовместимых линий, линий с ЦМС, линий удвоенных гаплоидов, картирующих популяций.

Addition of new genetic material – mutant lines, inbred lines, self-incompatible lines, double haploid lines, mapping populations.

Collecting missions from 5 last years: 82 vegetable acc.



White cabbage
(Tajikistan)



Kale (Georgia)



Mix of different *B.oleracea* varieties



White cabbage
(Armenia)



Chinese cabbage
(Tajikistan)



Local turnip (Kyrgyzstan)



White cabbage
(Crimea)



Kohlrabi (Abkhazia)



Armenia 2017



Near Elbrus 2019



Выписка образцов овощных и бахчевых культур

- **Российские селекционеры:** ФНЦО, МСХА, ВНИИ риса
- **Селекционеры стран СНГ:** Белорусский НИИ овощеводства, Украинский ин-т овощных и бахчевых культур, Днепропетровская и Донецкая станции, Казахский ин-т овощных культур и картофеля
- **Зарубежные Генные банки:** Германии, Нидерландов, Испании, Китая, Кореи
- **Зарубежные НИИ:** Ун-т Вагенингена (Нидерланды), Китайский Северо-восточный Ун-т (Харбин), НИИ овощных и цветочных культур (Пекин), НИИ овощных и декоративных культур (Пекин)
- **Российские селекционно-семеноводческие фирмы:** Поиск, Аэлита, Гавриш, Российские семена, Сибирский сад и др.
- **Зарубежные селекционно-семеноводческие фирмы:** Bejo, Rijk Zwaan, Enza Zaden, Sakata, Takii

Линии удвоенных гаплоидов

DH lines: all *B. rapa* L. crops, cauliflower, broccoli, kailan, radish, mustard



Chinese cabbage

CC-247 V, Korea –

Kasin type,
semi-headed,
resistant to *Peronospora*



Pak-choi

PC-101, China



Tatsoi

WTC-GLU
003, China

MChDH12 and MChDH17, Russia



Turnip
VT-012, Japan



Картирующие популяции *Brassica* mapping populations

Brassica rapa DH38 : pakchoi x yellow sarson (Wageningen University)



♀ PC-175

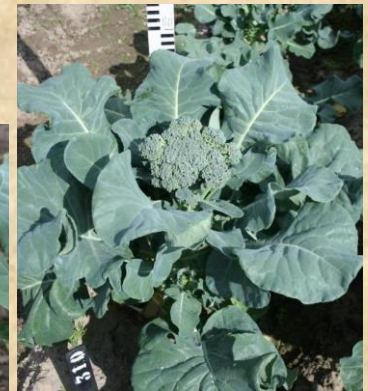


♂ YS-143

Brassica oleracea AGDH: *alboglabra* x *broccoli* (UK)



B.o. alboglabra



B.o. botrytis italica

Новые источники для отдельных направлений селекции

Мировой селекцией созданы высоко урожайные сорта и гибриды овощных культур различных сроков созревания, в том числе по признакам продуктивности и скороспелости близкие к пределу потенциальных возможностей культур.

Капуста

Формирование продуктового органа при малом развитии фотосинтетического аппарата



Кольраби из Нидерландов: не более 10 листьев

Декоративность



Высокорослая кормовая капуста из Черногории: источник устойчивости к киле



Сине-зеленая капуста: источник жаростойкости и устойчивости к биотическим факторам



Селекция на порционность: *dwf* – карликовость



Генетическое разнообразие брокколи и цветной капусты

Genetic diversity of broccoli and cauliflower



B.oleracea sylvestris Mill.



B.cretica Lam.





pak-choi



tsoi-sum



summer oil



Chinese cabbage



winter oil



turnip



Shirona Hiroshimana

***Brassica rapa* L. - репа**



mizuna



brown sarson



tatsoi



broccoletto



История изучения коллекции

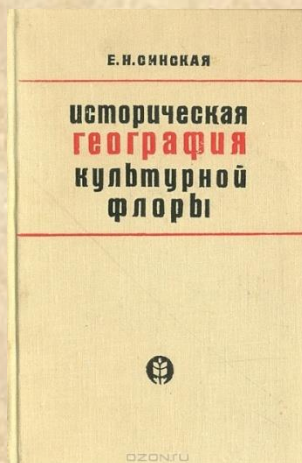
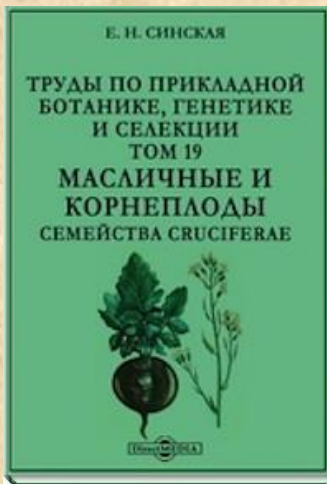
Collection history : E.N.Sinskaya and T.V.Lizgunova

Botanical and geographical investigations of oleiferous and root vegetable crops of the *Brassicaceae* L. family was realized in VIR from 1923, under the direction of E.N.Sinskaya, same for cabbages from 1925, under the direction of T.V.Lizgunova.



As the results, monographs “Flora of cultivated plants” were published.

They included classifications, traits variability peculiarities, agrobiological characteristics of ecologo-geographical groups, cultivars and cultivar types (Sinskaya, 1928; Shebalina, 1974; Lizgunova, 1984, Shebalina, Sazonova, 1985).



The main works of E.N.Sinskaya, where themes of evolution and classification of *Brassicawere* revealed:

- Sinskaya, EN, 1928. The oleiferous plants and root crops of the family Cruciferae.
- Sinskaya, EN, 1969. Historical geography of cultivated flora.

Т.В.Лизгунова и Т.И.Джохадзе



Всесоюзный НИИ прикладной ботаники и новых культур, 1925г.
Татьяна Васильевна среди коллег.



Первые годы работы в ВИРе (сидят слева направо: Лизгунова Т.В.,
Кичунов Н.И., Мацкевич В.И.). 1928г.



Осмотр семенников капусты в колхозе с агрономами Сортсеменовщ. 1933г.



Пушкин. 1972г. Описание образцов капусты.



Просмотр и оценка сортов капусты.



Московское отделение ВИР. Описание коллекции капусты с Е.И. Малаховой.



Сорт «Золотой гектар 1432». Автор сорта Лизгунова Т.В.

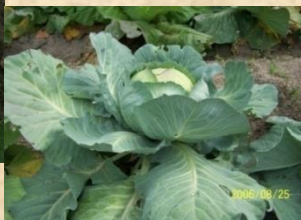


Пушкин. 1979г. Фотосъемка образцов капусты для «Руководство по обработке овощных культур».

Eco-geographical classification of white cabbage by Lizgunova (1965, 1984)

7 eco-geographical groups and 33 cultivar types distinguished on biological traits:

- **Central Russian** group includes Jurievetskaya and Moscovskaya pozdniaya cultivar types distributed in Moscow district;
- **North Russian** (St.-Petersburg district): includes the cultivar types of Kaporka, Valvatievskaya and Ladojskaya;
- **Siberian** group;
- **Western European** group contains 9 cultivar types including popular in the world Couer de boeuf and Nonpareil;
- **Central European** group consists of 9 cultivar types including very wide distributed cultivar types Dithmarscher Früher, Glory, Dutch flat as well as obviously related Russian endemic types Saburovka and Savinskaya;
- **North-Western European** group: 6 cultivar types, the mains among them are Amager, Langendijker dauer and Belorusskaya;
- **Eastern** group consists of Marnopolka, Likurischka and a few other cultivar types that distributed in Balkan countries, Minor Asia and South part of Russia.



История изучения коллекции

Развивая идею Р.Э.Регеля об изучении **эколого-географических закономерностей** изменчивости признаков растений в контрастных климатических условиях, Н.И.Вавилов организовал с 1923 г. проведение географических посевов.

В 1926-1931 гг.: «Красный пахарь» (ныне Павловская опытная станция) под Петербургом и в Белорусском отделении ВИР под Минском, в Украинском отделении, Азербайджанском отделении ВИР;

В тридцатые годы: на Майкопской Полярной и Дальневосточной станциях;

С конца 1940-х годов: на Приаральской, Среднеазиатской, Дагестанской, Устимовской станциях, в Свердловском филиале, несколько позже на Московском отделении, Волгоградской и Сухумской станциях.

Первые сорта белокочанной капусты селекции ВИР:

Ликуришка 498/15 (год включения в Госреестр 1939, МОСВИР),

Золотой гектар 1432 (1943, ВИР),

Де-Фриз (1943, ДВОСВИР),

Номер первый полярный к-206 (1950, ПОСВИР),

Волгоградская 42 (1950, ВОСВИР),

Судья 146 (1950, ВОСВИР),

пекинской капусты Хибинская (1962, ПОСВИР).

Основные вехи углубленного изучения коллекции

В 1950-е годы: создание **инфекционных фонов;**

Установили закономерности видовой, сортовой, географической и экологической изменчивости основных элементов **биохимического состава;**

Исследования **анатомического** строения и морфогенеза.

С начала 60-х годов: большое внимание уделялось проблеме **гетерозиса.**

В 1970-1980-е годы: были созданы удачные **тетра- и триплоиды** белокочанной капусты;

Развитие методы ускоренной оценки селекционного материала по **холодо-, жаро- и солеустойчивости лабораторными методами;**

На инфекционных фонах изучали устойчивость к фузариозному увяданию, сосудистому бактериозу, киле;

Проводили углубленное исследование содержания в капусте филлохинона, никотиновой кислоты, холина, горчичных масел;

Предметом изучения стали **кариотипический состав;**

интенсивность фотосинтеза и содержание пигментов фотосинтетического аппарата.

Основные направления изучения коллекции

Main goals of PGR evaluation

By Vavilov and his colleagues methodic

- Эколого-географическое ботанико-морфологическое /
Ecologo-geographical according VIR descriptor (phenomix)

Traditional evaluation and new possibilities

- Биохимический состав / **Biochemical composition**
- Устойчивость к биотическим стрессорам /
Resistance to biotic stresses
- Устойчивость к абиотическим стрессорам /
Resistance to abiotic stresses

Генотипирование и картирование /

Genotyping and mapping

- **DNA fingerprinting**
- **QTL analysis**
- **Association mapping**

Structure of collections



Core collections

As results of 97-years ecologo-geographical characterization and evaluation of **vegetable brassicas** morpho-physiological differentiation was done and large VIR collections were divided into ecologo-geographical groups and cultivar types. The cultivar types are quite conservative units within varieties having a distinct geographic origin and breeding history and consequently inherent morphological, physiological, biochemical, immunological, agronomic characters and DNA organization features.

Within every cultivar type limits the general representatives showing the most character features of type were proposed; generally they are old local cultivars/landraces collected from places of origin and diversity, included in VIR collection 50-60 years ago.

The amount of accessions in core collections is **13-25% of collection**.

Trait collections

Collection presents a system of intraspecific variability of studied traits, determination and creation of donors of these traits.

Genetic collections

Collection of accessions with identified genes, including their localization, cloning and sequencing; including **DH lines with identified and mapping loci**.

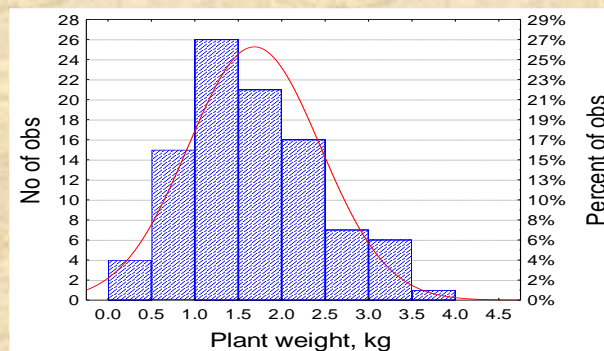
DFFS (Diversity Fixed Foundation Set)

Set of genetically fixed lines (Pink et al., 2008). All loci are homozygotes.

Создание признакововых коллекций

Trait collection formation

Диапазон естественной изменчивости продовольственных признаков продуктивности, скороспелости, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, особенностей накопления питательных веществ, в том числе для использования в медицинских целях, у капустных культур огромен.



Baby head (dwf)

Каширка

- Продуктивность / *Productivity*
- Скороспелость / *Earliness*
- Биохимический состав по компонентам / *Biochemical composition*
- Устойчивость к киле, сосудистому бактериозу, альтернариозу, пероноспорозу, мозаике тернепса /
Resistance to clubroot, black rot, alternaria, downy mildew, mosaic virus
- Устойчивость к капустным мухам, моли, совке /
Resistance to cabbage fly, Diamondback moth, cabbage scoop
- Устойчивость к стеблеванию / *Resistance to bolting*

Пополнение признаков коллекций белокочанной капусты по скороспелости, продуктивности и качеству кочана

Additional accessions in white cabbage trait collections

| № каталога ВИР | Название | Происхождение | Показатели | | | | | | |
|----------------------|------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | | Период вегетации, дни | Диаметр розетки, см | Диаметр кочана, см | Индекс формы | Плотность кочана, балл | Длина кочерыжки, % | Масса кочана, кг |
| вр.2203* | | Китай | 73-87 | 50,4±3,8 | 14,8±0,4 | 0,94 | 3,70 | 48,50 | 1,1±0,10 |
| вр.2144 | ZongGan 1 | Китай | 78-96 | 49,1±2,3 | 15,5±0,3 | 0,96 | 3,60 | 48,00 | 1,3±0,07 |
| вр.2178 | JungXuan | Китай | 80-92 | 61,2±0,5 | 17,5±1,2 | 0,91 | 3,80 | 46,50 | 1,8±0,15 |
| вр.2202* | | Китай | 80-92 | 51,8±2,4 | 16,7±1,6 | 0,97 | 3,75 | 51,20 | 1,5±0,19 |
| вр.2204* | | Китай | 85-98 | 54,0±1,8 | 13,8±0,3 | 0,93 | 3,60 | 45,70 | 0,9±0,20 |
| вр.2150 | | Китай | 101-111 | 52,6±2,5 | 24,6±1,5 | 0,55 | 4,10 | 47,50 | 3,0±0,20 |
| вр.2143 | JingFengYi | Китай | 115-124 | 66,5±3,1 | 25,2±1,4 | 0,53 | 3,60 | 50,00 | 2,8±0,20 |
| вр.2133 | | Китай | 147-155 | 72,6±3,3 | 23,5±1,4 | 0,78 | 4,50 | 48,30 | 3,5±0,15 |
| вр.2154 | | Армения | 115-125 | 71,4±4,4 | 24,2±1,2 | 0,68 | 2,66 | 37,30 | 2,8±0,13 |
| вр.2157 | | Армения | 106-121 | 76,4±2,4 | 18,5±1,5 | 0,83 | 3,10 | 55,00 | 1,6±0,41 |
| вр.2193 | | Таджикистан | 92-108 | 52,3±2,8 | 19,1±0,6 | 0,72 | 3,60 | 52,30 | 1,6±0,26 |
| вр.2195 | | Таджикистан | 94-105 | 51,0±2,5 | 16,1±1,5 | 1,05 | 4,20 | 41,20 | 1,5±0,42 |
| вр.2197 | | Таджикистан | 91-108 | 64,4±6,7 | 14,6±0,7 | 0,97 | 3,60 | 43,50 | 1,3±0,27 |
| вр.2194 | | Таджикистан | 105-116 | 72,4±10, | 24,8±0,9 | 0,56 | 3,40 | 41,70 | 2,3±0,10 |
| вр.2214 | Карам | Киргизия | 83-94 | 71,3±1,6 | 17,0±2,1 | 1,03 | 4,00 | 39,30 | 2,0±0,42 |

Расширение пределов изменчивости по длительности вегетационного периода отмечено в последние годы.

Пополнение признаков коллекций цветной капусты по скороспелости, продуктивности и качеству головки

Additional accessions in cauliflower trait collections

| № вр. каталога ВИР | Название | Показатели | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|---|-------------------------|
| | | Период вегетации от 25 до 75% хоз. годности, дни | Диаметр розетки, см | Высота розетки, см | Диаметр головки, см | Индекс формы | Толщина бокового побега головки, см | Масса головки, кг |
| 982 | E51 R3440 | 104-115 | 79,4±12,2 | 56,4±9,2 | 18,4±0,3 | 0,64 | 2,16 | 1,5±0,11 |
| 983 | E51 R4367 | 97-104 | 78,5±8,8 | 51,6±4,4 | 18,6±0,1 | 0,68 | 2,10 | 1,4±0,05 |
| 984 | E51 R4406 | 102-119 | 77,0±10,4 | 55,7±6,9 | 19,4±0,1 | 0,68 | 2,53 | 1,8±0,09 |
| 985 | E 51 00174 | 109-120 | 69,4±5,5 | 54,5±1,5 | 18,4±1,5 | 0,65 | 2,27 | 1,1±0,19 |
| 986 | E51 R4408 | 104-125 | 70,8±6,3 | 51,1±1,9 | 18,0±1,2 | 0,66 | 2,20 | 1,2±0,20 |
| 987 | E51 R4119 | 121-130 | 75,3±4,9 | 55,3±1,3 | 19,0±1,1 | 0,67 | 2,10 | 1,6±0,23 |
| 988 | E51 L 3368 | 117-126 | 69,3±7,8 | 53,3±1,2 | 16,9±0,7 | 0,66 | 2,28 | 1,1±0,12 |
| 991 | ChunQuiC aiHua | 96-110 | 80,6±7,8 | 58,0±5,9 | 16,8±0,8 | 0,64 | 1,87 | 0,9±0,07 |
| 992 | JinPin 88 | 78-90 | 65,5±6,8 | 35,2±5,1 | 14,5±0,5 | 0,60 | 1,80 | 1,0±0,08 |
| 993 | Xinyan 80 tian | 78-85 | 55,8±1,2 | 32,1±2,4 | 13,1±0,8 | 0,65 | 2,10 | 0,5±0,06 |
| 996 | Местная | 70-78 | 47,6±1,4 | 20,2±1,5 | 14,5±0,3 | 0,7 | 1,20 | 0,5±0,08 |

Коллекция карликовых образцов белокочанной капусты

Dwarf accessions in white cabbage collection

| № каталога ВИР | Название, происхождение | Показатели | | | |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | Период вегетации, дни | Диаметр розетки, см | Диаметр кочана, см | Масса кочана, кг |
| 2428 | Рее-Веа, Канада | 109-116 | 42,7±0,95 | 11,8±0,35 | 0,81±0,03 |
| Вр.2192 | Zhong gan 4, Китай | 84-101 | 49,7±1,26 | 12,2±0,46 | 0,84±0,04 |
| Вр.2203 | Китай | 75-87 | 47,7±1,44 | 14,1±0,61 | 0,98±0,06 |
| Вр.2250 | Таджикистан | 77-86 | 42,1±1,03 | 13,5±0,52 | 0,85±0,05 |
| среднее | | | 45,55±1,82 | 12,9±0,54 | 0,87±0,04 |
| CV% | | | 8,1 | 8,3 | 8,6 |
| вр.2144 | Китай | 78-96 | 49,1±2,31 | 15,5±0,34 | 1,3±0,07 |
| вр.2202 | Китай | 80-92 | 51,8±2,40 | 16,7±1,66 | 1,5±0,09 |
| Вр.1484 | Фру, Норвегия | 84-100 | 49,4±2,33 | 13,3±0,83 | 1,23±0,08 |
| среднее | | | 48,52±1,16 | 15,06±0,55 | 1,32±0,05 |
| CV% | | | 5,44 | 8,16 | 8,4 |



Изменчивость размеров и массы растения образцов китайской и розеточной капусты при выращивании в интенсивной светокультуре (АФИ), зимней остекленной теплице и в открытом грунте (Пушкинские лаборатории ВИР)

| Название образца | Место выращивания | Размеры листовой розетки, см | | Размеры листовой пластинки, см | | Масса 1 растения, г | Продуктивность, кг/кв.м |
|-----------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------------|-----------|---------------------|-------------------------|
| | | диаметр | высота | длина | ширина | | |
| Gai Lang Jin Pin 25 | АФИ-1 | 24,4±0,92 | 16,2±0,8 | 11,1±0,55 | 8,2±0,49 | 54,8±6,30 | 5,48 |
| | АФИ-2 | 22,0±1,89 | 15,0±0,95 | 10,4±0,51 | 7,6±0,51 | 55,1±7,51 | 5,51 |
| | Теплица | 24,3±1,38 | 15,3±0,91 | 10,1±0,74 | 7,3±0,62 | 52,2±6,43 | 5,22 |
| | Поле | 22,1±1,47 | 14,8±0,83 | 9,7±0,73 | 7,0±0,65 | 50,6±6,21 | 5,06 |
| | CV% | | | | | | 3,91% |
| Kangre 605 | АФИ-1 | 26,2±1,74 | 20,4±1,12 | 12,6±0,74 | 9,6±0,58 | 64,7±3,82 | 6,47 |
| | АФИ-2 | 25,8±0,86 | 22,0±1,86 | 13,8±0,97 | 10,2±0,38 | 67,2±8,52 | 6,72 |
| | Теплица | 24,3±1,28 | 21,4±1,33 | 13,0±1,12 | 9,2±0,35 | 61,4±5,15 | 6,14 |
| | Поле | 23,7±0,92 | 20,6±1,75 | 12,5±0,87 | 9,1±0,43 | 60,2±4,83 | 6,02 |
| | CV% | | | | | | 5,04% |
| Extra dwarf Pack Choi | АФИ-1 | 18,6±0,74 | 10,0±0,54 | 7,3±0,58 | 8,9±1,32 | 42,3±6,39 | 9,25 |
| | АФИ-2 | 18,4±0,86 | 9,0±0,32 | 6,5±0,71 | 8,3±0,70 | 44,7±5,94 | 8,95 |
| | Теплица | 17,4±0,92 | 10,8±0,45 | 7,2±0,47 | 7,8±0,82 | 41,1±5,11 | 8,22 |
| | Поле | 17,0±1,14 | 9,1±0,28 | 6,6±0,52 | 7,4±0,57 | 40,8±5,43 | 8,16 |
| | CV% | | | | | | 6,24% |
| Xiao Ba Je Ta Cai | АФИ-1 | 20,8±1,31 | 13,4±0,59 | 6,4±0,69 | 5,9±0,29 | 39,7±5,17 | 7,93 |
| | АФИ-2 | 19,4±0,94 | 13,6±0,51 | 5,8±0,20 | 5,2±0,30 | 40,1±4,38 | 8,01 |
| | Теплица | 20,2±0,85 | 12,3±0,62 | 5,7±0,44 | 5,7±0,47 | 36,5±4,12 | 7,32 |
| | Поле | 20,9±0,12 | 13,36±0,93 | 6,4±0,54 | 5,4±0,38 | 35,6±3,61 | 7,11 |
| | CV% | | | | | | 5,79% |

Устойчивость к болезням / Resistance to diseases: in the field natural conditions

Diseases of *brassicas* in St.-Petersburg area, North-west Russia

| Pathogen | White cabbage | | Red cabbage | | Chinese cabbage | |
|---|---------------|-----------|-------------|----------|-----------------|----------|
| | R, % | C, % | R, % | C, % | R, % | C, % |
| <i>Alternaria brassicae</i> + <i>A. brassicicola</i> | 80-100 | 0.45-1.75 | 43-100 | 0.1-0.55 | 80-100 | 0.25-2.2 |
| <i>Plasmodiophora</i> | 0 | | 0 | | 0-15 | 0.5-1.5 |
| <i>Xanthomonas</i> | 5-30 | 0.2-1.5 | 5-10 | 0.3-1.0 | 5-20 | 0.5-2.0 |
| <i>Peronospora</i> | 10-40 | 0.5-1.5 | 5-20 | 0.5-1.0 | 15-50 | 0.5-1.5 |
| <i>Erysiphe communis f. brassicae</i> | 0-20 | 0.2-0.8 | 0 | | 0-20 | 0.2-1.0 |
| <i>Fusarium</i> | 0-10 | 0.2-1.0 | 0 | | 0 | |

The most distributed pathogens belong to *Alternaria* species; only 1 resistant accession of cauliflower (k-651) from India and one resistant accession of Chinese cabbage (k-221) were found.

Resistance to diseases: artificial infection

Resistance to black rot and leaf spot in *B. rapa* (inoculation by nip-method)
(*Xanthomonas campestris* Pam. (Dow.). pv.*campestris* and *X.c.pv.raphani*)

Origin of *B. rapa* accessions on resistance to races of *Xcr* and *Xcc*

| Accession | Subspecies | Region | % resistant plants | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | <i>Xcr1</i> | <i>Xcc1</i> | <i>Xcc3</i> | <i>Xcc4</i> | <i>Xcc5</i> | <i>Xcc6</i> |
| Naeshubaekno baechu | <i>pekinensis</i> | Korea | 84 | 76 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| Ta-gu-tsai | <i>rosularis</i> | China | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Local | <i>pekinensis</i> | China | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ducre VIP | <i>pekinensis</i> | Korea | 76 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Siao-bai-kou | <i>pekinensis</i> | China | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| Bansei Nagasaki | <i>hiroshimana</i> | Japan | 69 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| Osaka Market | <i>shirona</i> | Japan | 80 | 85 | 75 | 90 | 100 | 0 |
| Дунганская | <i>pekinensis</i> | Asia | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| Hiroshimana | <i>hiroshimana</i> | Japan | 100 | 78 | 60 | 100 | 62 | 0 |
| Piorbai | <i>chinensis</i> | China | 24 | 0 | 10 | 30 | 8 | 0 |
| Tai na | <i>chinensis</i> | Russia | 30 | 0 | 10 | 34 | 0 | 0 |
| Ching Pang Ju Tsai | <i>chinensis</i> | China | 75 | 0 | 100 | 80 | 60 | 0 |
| Hae Yu Tatsai | <i>rosularis</i> | China | 100 | 0 | 23 | 100 | 10 | 0 |
| Mibuna VIP | <i>nipposinica</i> | Japan | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Local VIP | <i>rapifera</i> | China | 80 | 20 | 25 | 90 | 20 | 0 |
| Goseki Late | <i>rapifera</i> | Japan | 80 | 50 | 50 | 60 | 50 | 0 |
| Local 3159 | <i>dichotoma</i> | Asia | 50 | 0 | 56 | 70 | 60 | 0 |
| Local 3161 | <i>dichotoma</i> | Asia | 68 | 0 | 80 | 100 | 70 | 0 |
| Local 3166/1 | <i>dichotoma</i> | Asia | 44 | 0 | 50 | 84 | 50 | 0 |

Botanical distribution of resistance to *X. campestris* in *B. rapa* ssp.

| Subspecies | Pathovar, race | | | | | | Number |
|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | <i>Xcr1</i> | <i>Xcc1</i> | <i>Xcc3</i> | <i>Xcc4</i> | <i>Xcc5</i> | <i>Xcc6</i> | |
| <i>campestris</i> | 2.7 | 2.0 | 0.7 | 1.7 | 1.0 | 0.25 | 8 |
| <i>narinosa+rosularis</i> | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 0.0 | 0.2 | 6 |
| <i>pekinenss</i> | 25.4 | 19.8 | 20.4 | 26.0 | 20.0 | 3.2 | 31 |
| <i>chinensis</i> | 26.2 | 4.6 | 20.5 | 27.6 | 14.4 | 0.0 | 14 |
| <i>parachinensis</i> | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 43.2 | 0.0 | 0.0 | 8 |
| <i>rapifera</i> | 67.8 | 3.3 | 4.2 | 66.4 | 4.0 | 0.2 | 32 |
| <i>dichotoma</i> | 74.1 | 7.7 | 44.0 | 79.5 | 37.8 | 0.0 | 22 |
| <i>nipposinica</i> | 76.3 | 23.9 | 24.8 | 81.1 | 25.2 | 0.0 | 11 |

Geographical distribution of resistance to *X. campestris* in *B. rapa*

| Region | <i>Xcr1</i> | <i>Xcc1</i> | <i>Xcc3</i> | <i>Xcc4</i> | <i>Xcc5</i> | <i>Xcc6</i> | Number |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Central Asia | 73,4 | 8,0 | 40,0 | 77,52 | 35,36 | 12,0 | 25 |
| China | 25,3 | 7,4 | 14,9 | 26,3 | 13,3 | 3,57 | 56 |
| Europe | 0,25 | 2,7 | 0 | 0,25 | 0 | 0,25 | 10 |
| Japan and Korea | 74,7 | 15,9 | 17,4 | 76,3 | 16,8 | 0,09 | 46 |
| Russia | 6,5 | 2,0 | 2,5 | 6,0 | 1,5 | 0,25 | 8 |

Cauliflower with high level of tolerance to

- *Peronospora parasitica*

Natalino, k-260, Italy

Express Corona, k-284, Japan

- *Albugo candida*

Skorospelka, Russia

Van-sin-zun, China

- *Alternaria brassicae*

Pandora, k-796, Netherlands

Sochinskaya, κ-1036, Russia

Adlerskaya vesenniaya, κ-1007, Russia

Adlerskaya zimniaya, κ-1011, Russia

Man-man-zun, κ-684, China

Coral Reef, k-803, Australia

Nine star, k-1013, Japan

Shinsezu, Japan

Sorto Kely, Italy

Resistance to clubroot in *B.rapa*

Tatsoi Bitamina (κ-213, Japan),

Leafy turnip Kurona (κ-264, Japan),

Chinese cabbage Shantai (κ-68, China),

Turnip Mommersteegis Clubroot Resistant (κ-1119, Sweden),

Red Top Globe (κ-1226, Denmark),

Tartonda (Tetraploid) (κ-1294, Germany).

Распределение устойчивости к повреждению капусты капустной совкой

Resistance to cabbage scoop in cole crops



Carols kale



Lacinato

Salima



Western Front
Savera



***Brassicas* – food and medicine**

Биохимический состав / Biochemical analysis

Полезные питательные свойства пищи становятся в современных условиях одним из наиболее важных факторов при выборе продуктов питания.

Food nutrition is becoming one of the most important factors in the choice of products in modern conditions. *Brassica* crops are characterized by low caloric value, contain high quality protein, carbohydrates, fiber, minerals, biologically active compounds: vitamins, enzymes, pigments, secondary metabolites.

Biochemical compounds

- Protein
- Ascorbic acid
- Carotenoids, carotenes
- Chlorophylls a and b

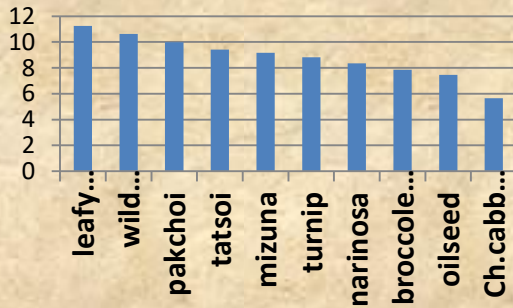
GLC:

- Sugars
- Amino acids
- Organic acids
- Fatty acids
- Phenol compounds
- Alcohols

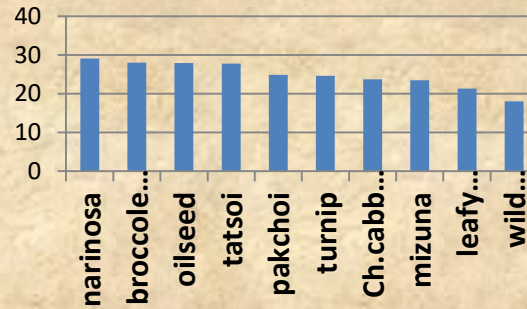
VIR evaluation of biochemical compounds in *Brassica*: from 1933

Brassica rapa crops

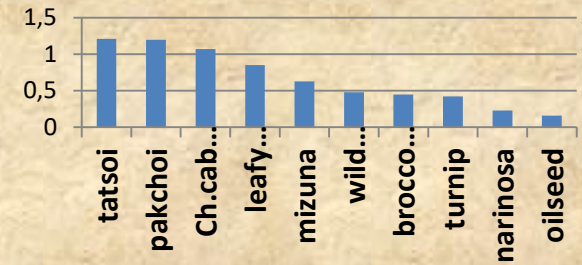
Dry matter, %



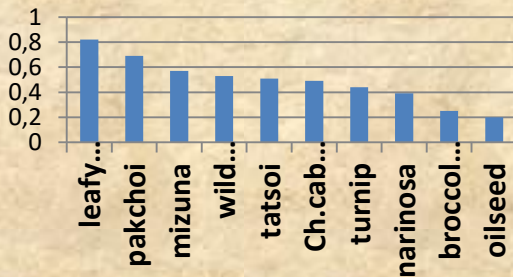
Protein, % dw



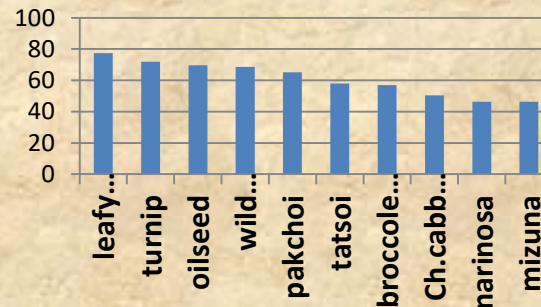
Sugars, % fw



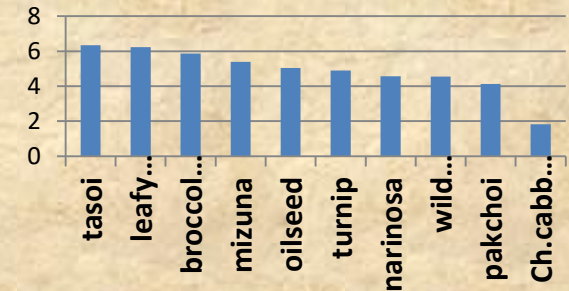
Organic acids, % fw



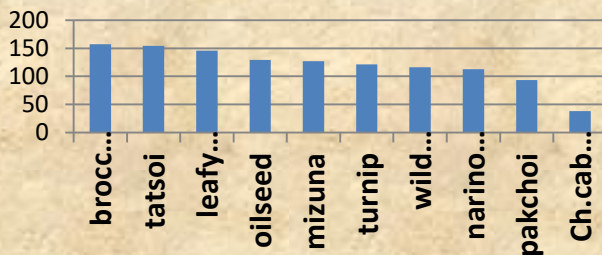
Ascorbic acid, mg/100g



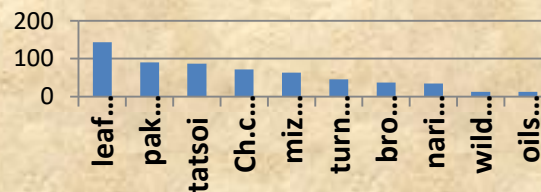
β -carotene, mg/100g



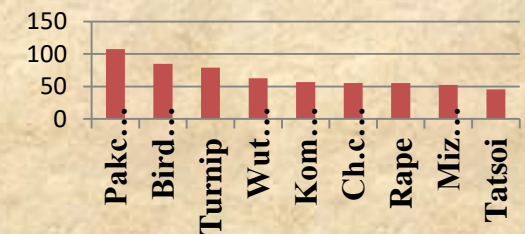
Chlorophylls, mg/100g



Phenol compounds, mg/100g



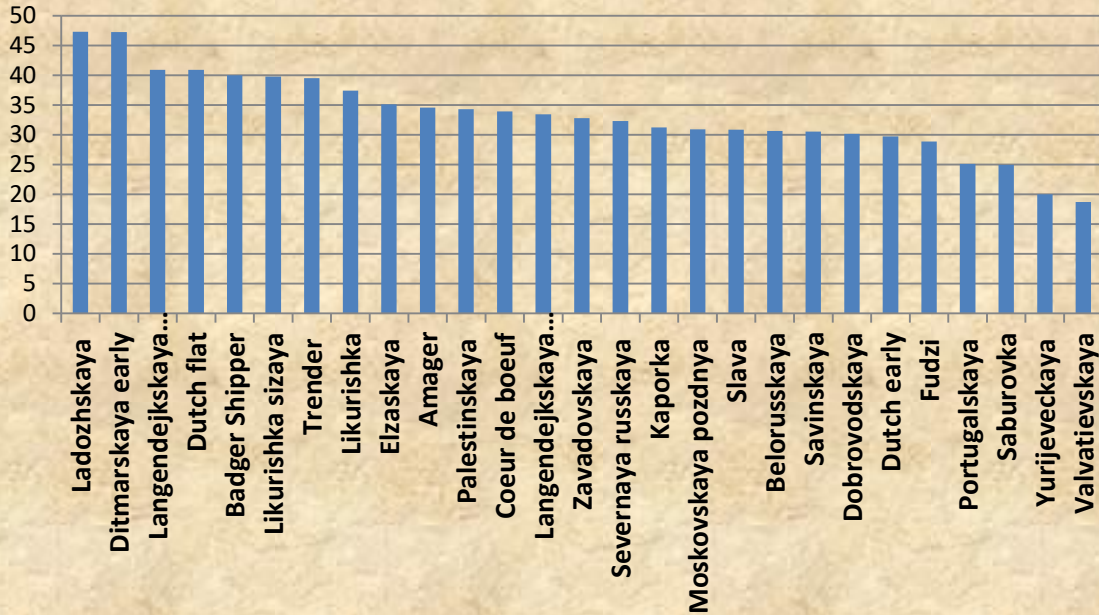
Amino acids, mg/100g



Биохимический состав сортотипов белокочанной капусты

Biochemical composition of white cabbage cultivar types

Аскорбиновая кислота, мг/100г / Ascorbic acid

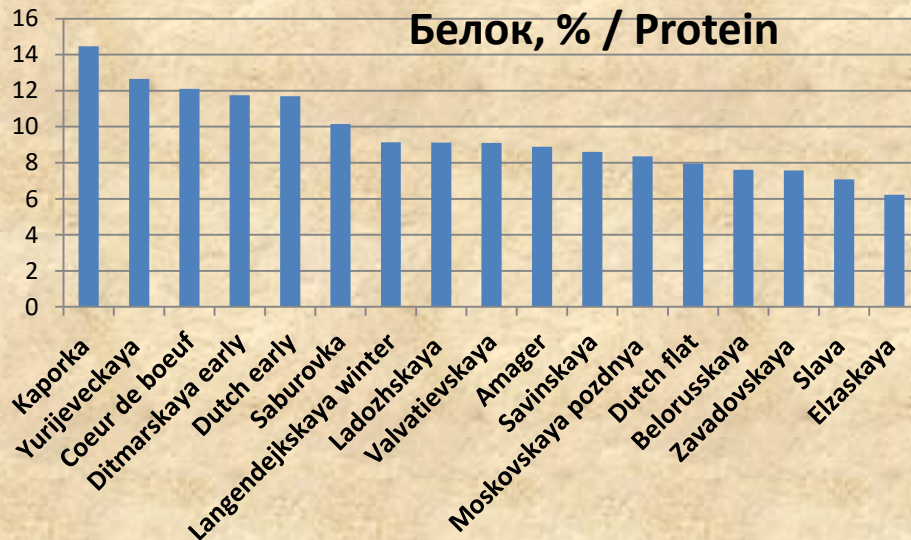


Biochemical composition of all *B.oleracea* crops has been investigated.

50-90% accessions depending of crops, from all cultivars types, were evaluated for dry matter, sugars, vitamin C, organic acids, protein, carotene, chlorophylls, total glucosinolates and nitrates content.

The cultivars types of all crops display a wide diversity of characters.

Among the cultivar types the sources of nutritive and bioactive substances were revealed.

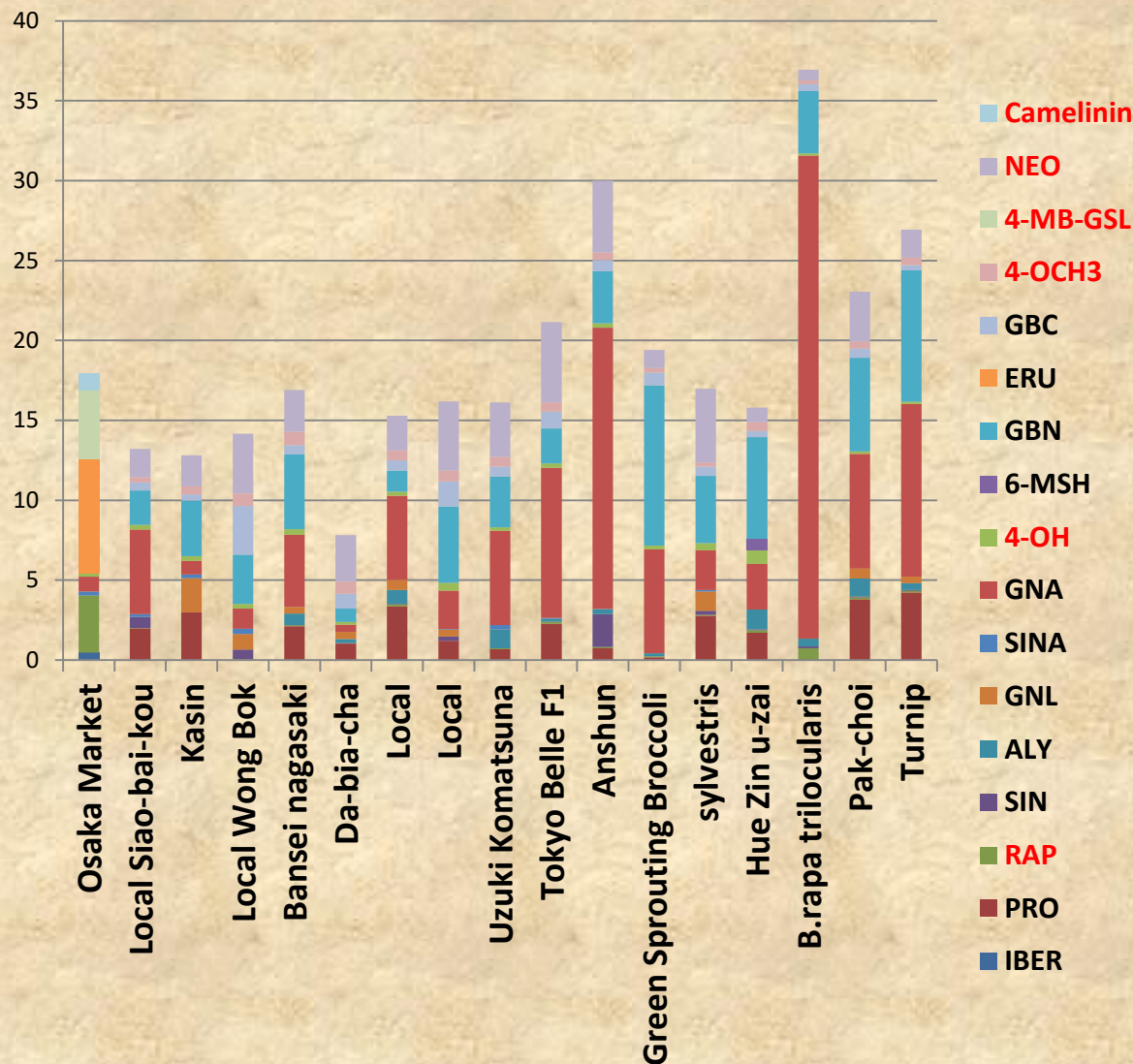


Вариабельность биохимических признаков *B.rapa* (156 обр.)

Variability of biochemical compounds in *B.rapa* collection

| Compounds | Number of compounds | min | max | average | Common compounds |
|---|---------------------|-------|-------|---------|--|
| Сахара/ Sugars, %fm | 16 | 0.02 | 5.56 | 0.83 | glucose, sorbose, mannose, sucrose, raffinose |
| Спирты/ Alcohols, mg/100g | 16 | 13.83 | 753.0 | 165.44 | inositol, glycerol, phytol, galactinol, sitosterol |
| Амино- кислоты/ Amino acids, mg/100g | 26 | 8.5 | 716 | 143 | glutamine, glutamine acid, asparagine, asparagine acid, serine, oxyproline, alanine, valine , treonine |
| Орг. кислоты/ Organic acids, mg/100g | 35 | 0,021 | 1,418 | 0,421 | maleic, phosphoric, succinic, lactic, glyceric, erythronic, fumaric |
| Фенольные соединения/ Phenol comp. | 13 | trace | 262 | 44 | quinic , sinapic , ferulic, caffeic , abietic, tocopherol |
| Жирные кислоты/Fatty acids, mg/100g | 17 | 0,003 | 0,8 | 0,09 | palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic |

Glucosinolates analysis in 5 genera of family *Brassicaceae*: *Sinapis alba* L., *Lepidium sativum* L., *Eruca sativa* Mill., *Diplotaxis muralis* (L.) DC, *Brassica juncea* Czern., *B. rapa* L.: 21 component of glucosinolates profile.



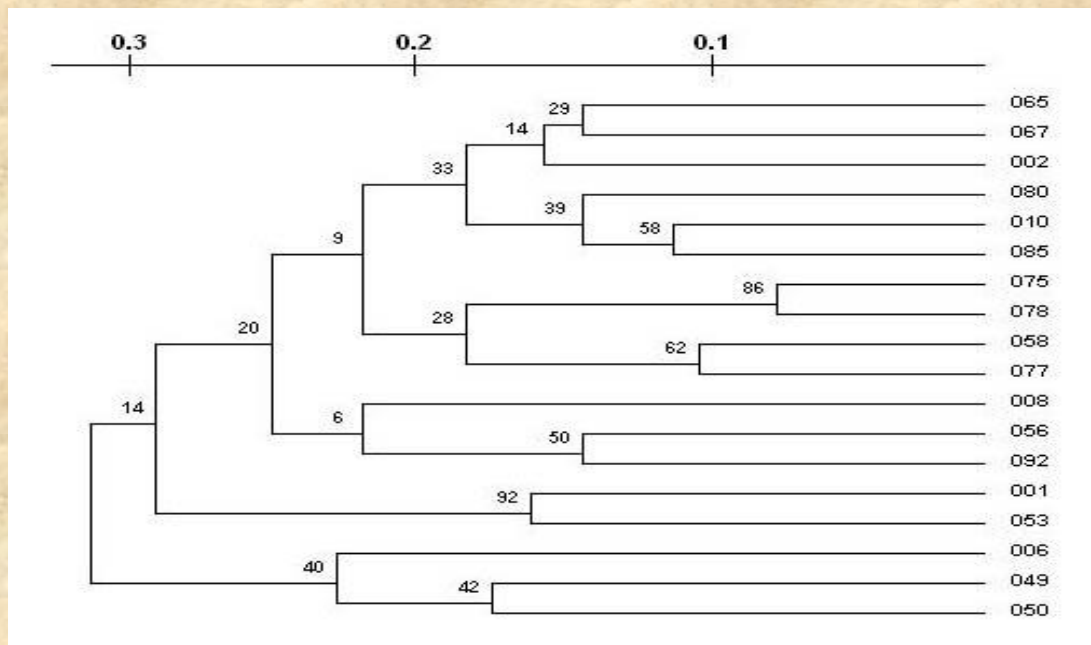
- The highest content of glucosinolates (more than 40 $\mu\text{M/g}$) in all accessions of white mustard (sinalbin) and in 6 acc. of Indian mustard (sinigrin) : useful for biofumigation.

- 17 glucosinolates components in *B. rapa*,

- indol glucosinolates, more useful for human, took average 26,8 %,

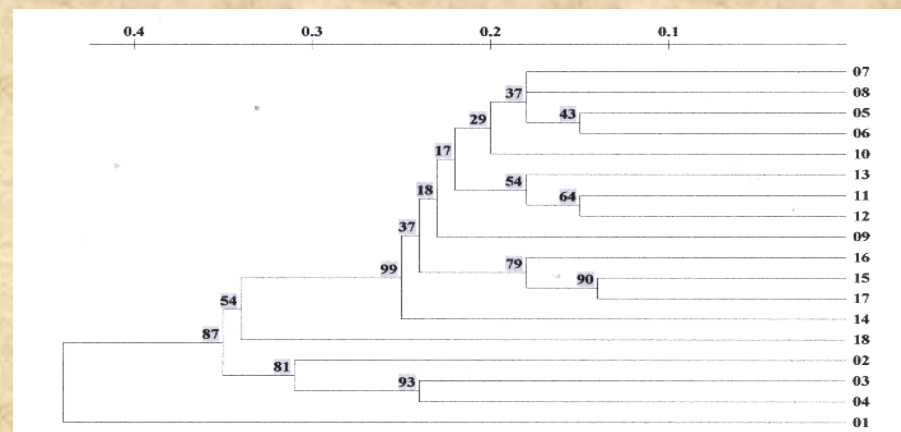
- 3 local accessions of Chinese cabbage with highest content of indols were found – 86%, 61% and 66%.

Генетическое разнообразие белокочанной капусты по результатам SSR анализа / White cabbage genetic diversity

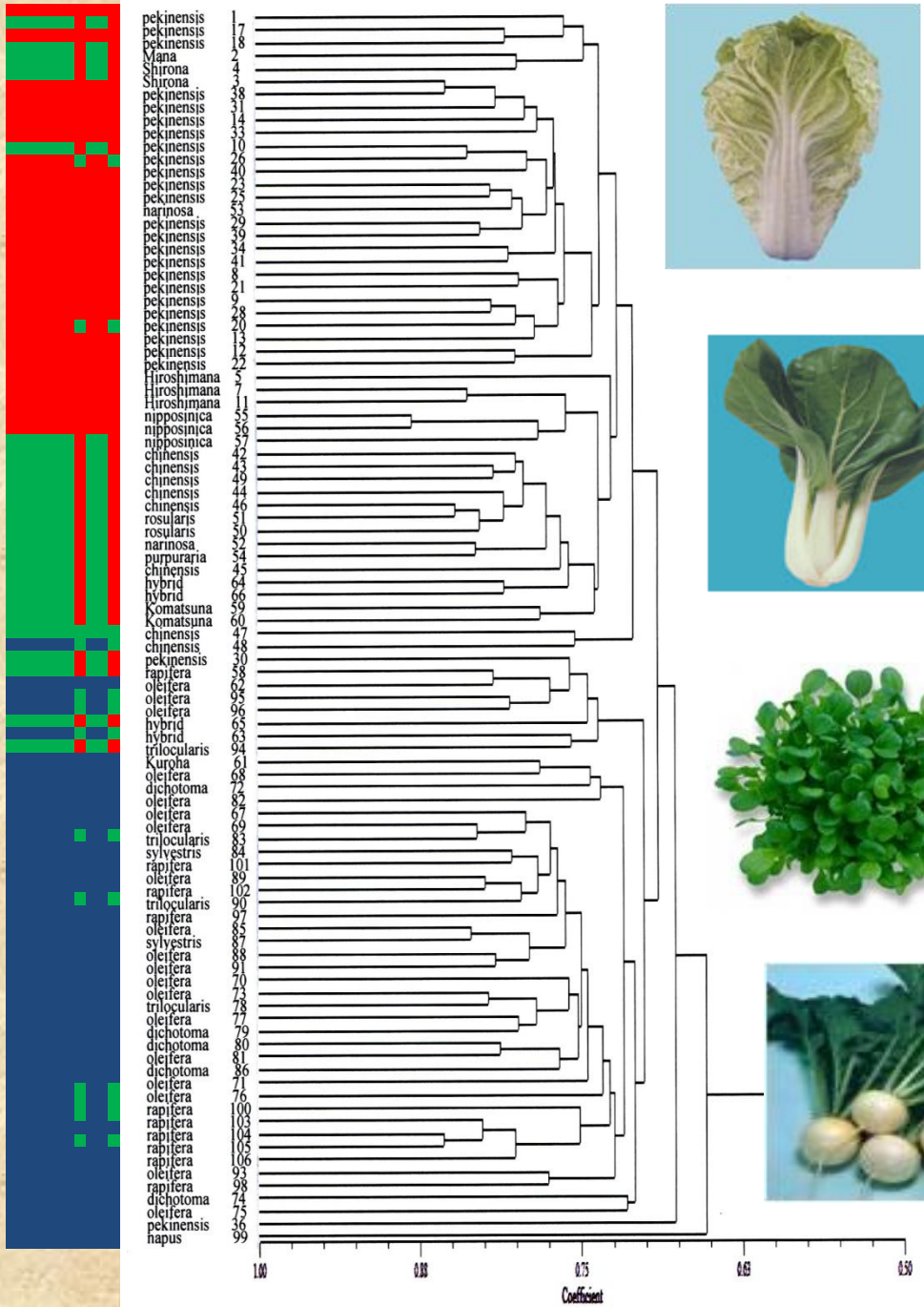


Исследования с помощью ДНК маркеров выявили значительный уровень внутривидовой изменчивости в коллекциях генетических ресурсов *Brassica*. Самая высокая генетическая изменчивость наблюдалась в местных сортах-популяциях.

UPGMA дендрограмма RAPD анализа местного сорта белокочанной капусты (к-2587, Россия)



Genetic diversity and phylogenetic relationships in *Brassica rapa* L. based on SSR and S-SAP



The first cluster included generally leafy vegetable crops from East Asia, the second one – turnip and all oilseed crops.

QTL analysis: *Brassica* mapping populations

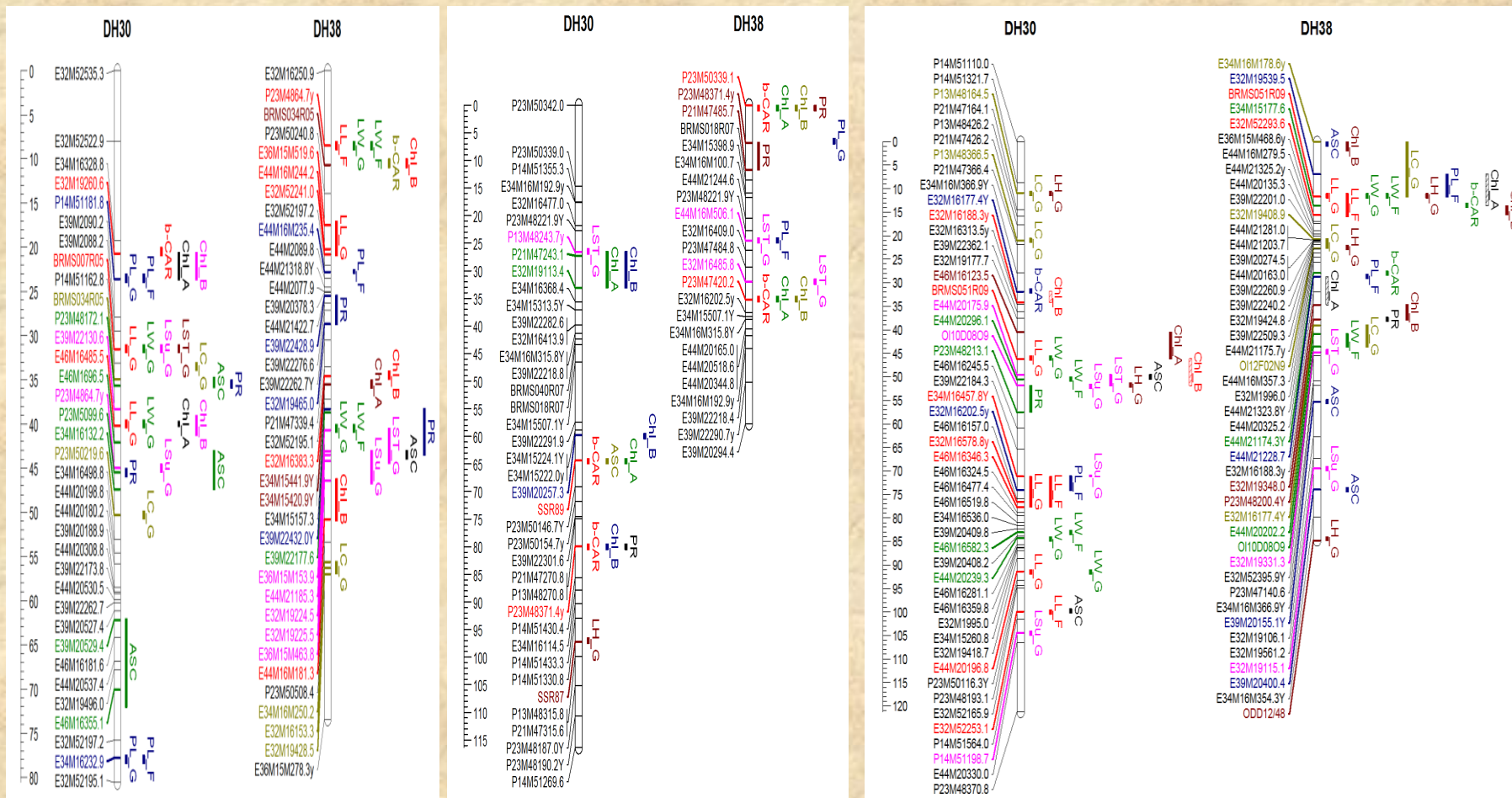
Локализация QTL, контролирующих морфологические и биохимические признаки у картирующих популяций *B. rapa* L.

QTL controlling morphological and biochemical traits in *B.rapa*

A05

A07

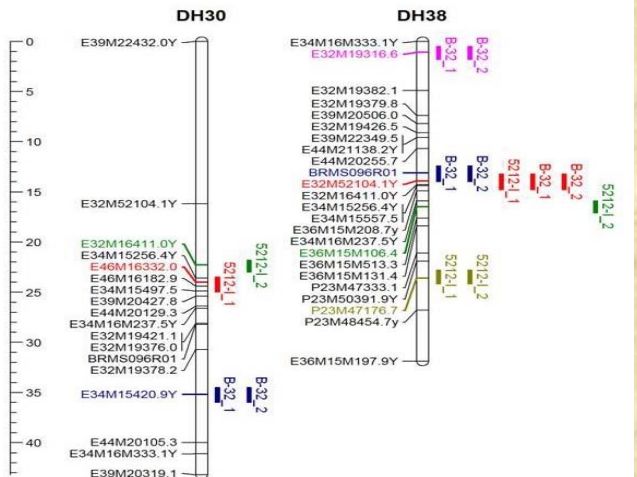
A09



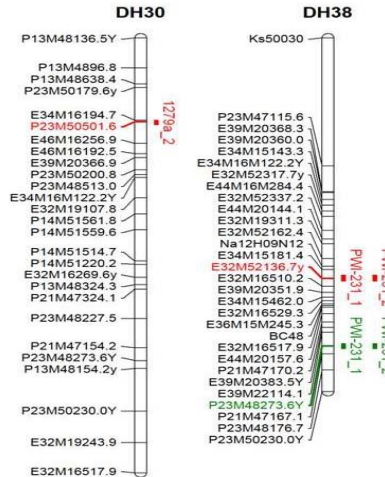
Локализация QTL, контролирующих устойчивость к сосудистому бактериозу

Localization of QTLs, determined resistance to black rot in DH30 (VT115 x YS143) and DH38 (PC175 x YS143) *Brassica rapa* PWI231 (race 1), 5212-I (race 3), HRI1279a (race 4), B-32 (race 5)

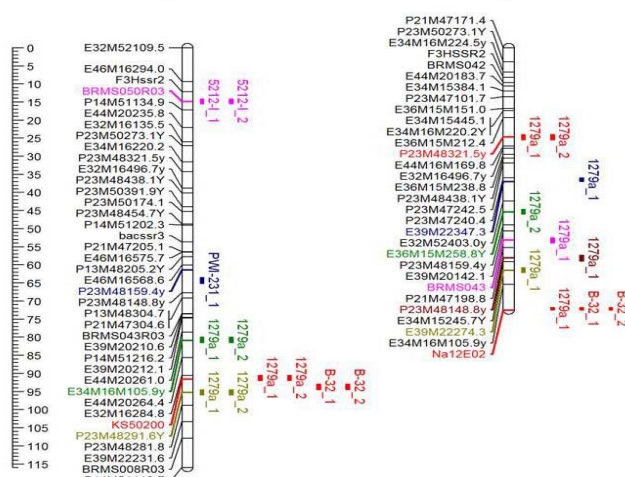
A01



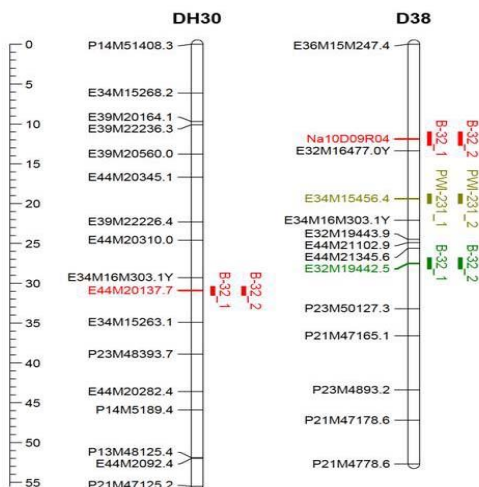
A02



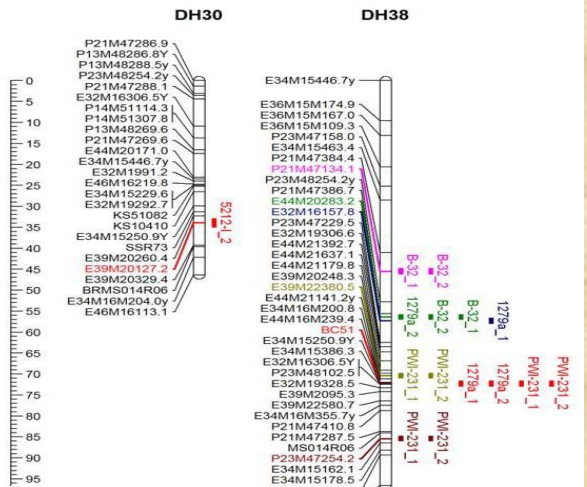
A03



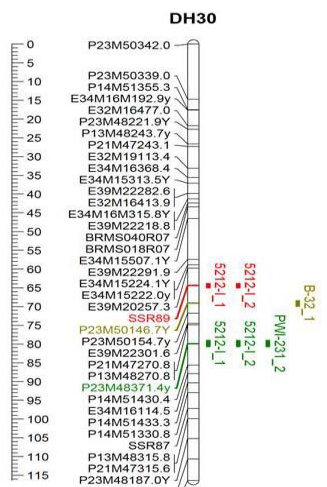
A04



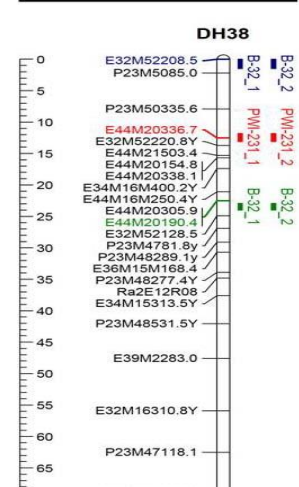
A06



A07

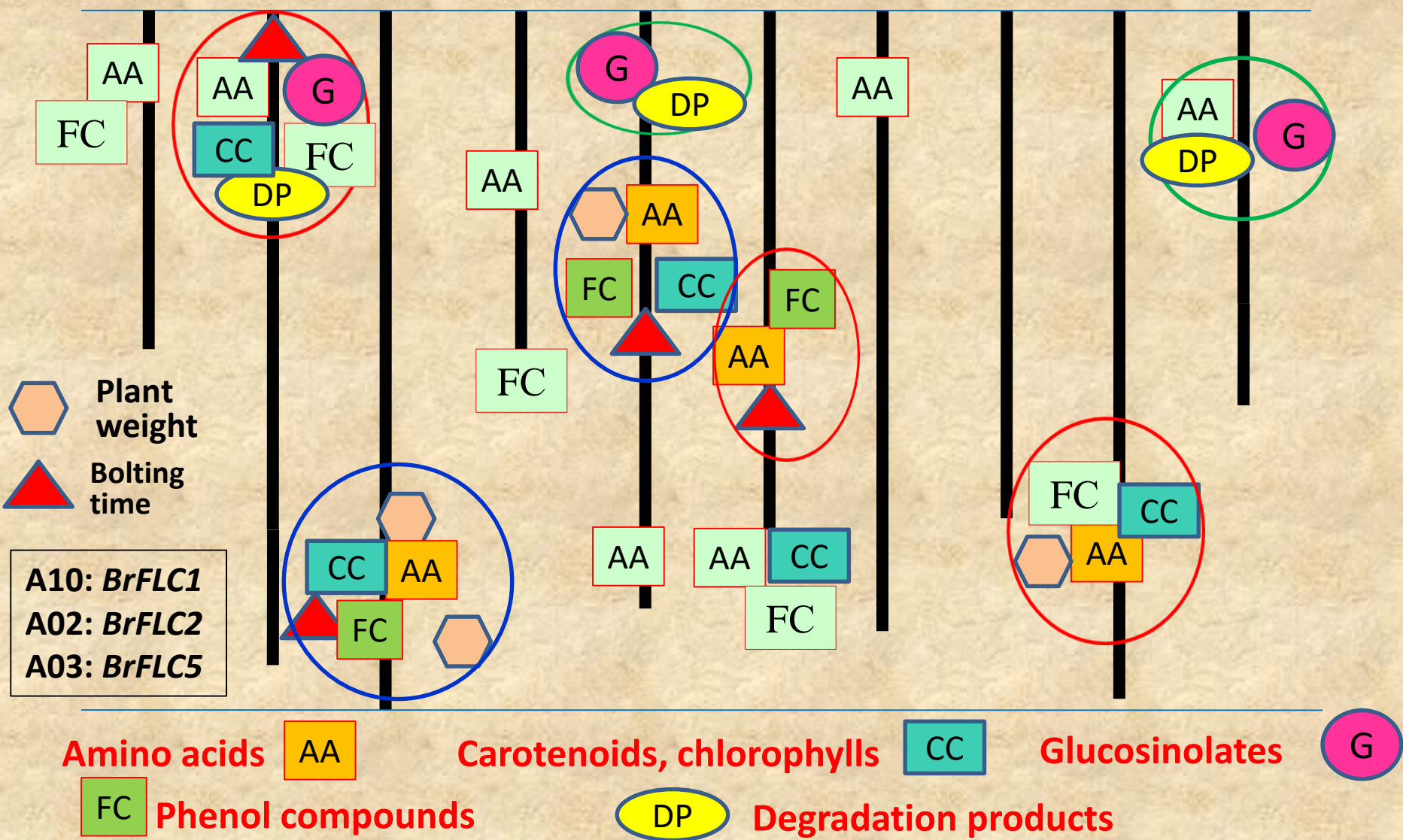


A08



Association mapping: positions of chromosome loci controlling plant weight, bolting time and biochemical traits

A01 A02 A03 A04 A05 A06 A07 A08 A09 A10



A10: *BrFLC1*
 A02: *BrFLC2*
 A03: *BrFLC5*

Amino acids

AA

Carotenoids, chlorophylls

CC

Glucosinolates

G

FC

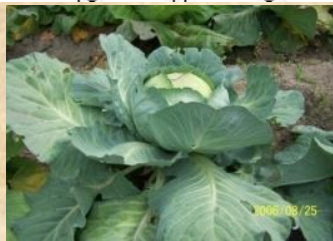
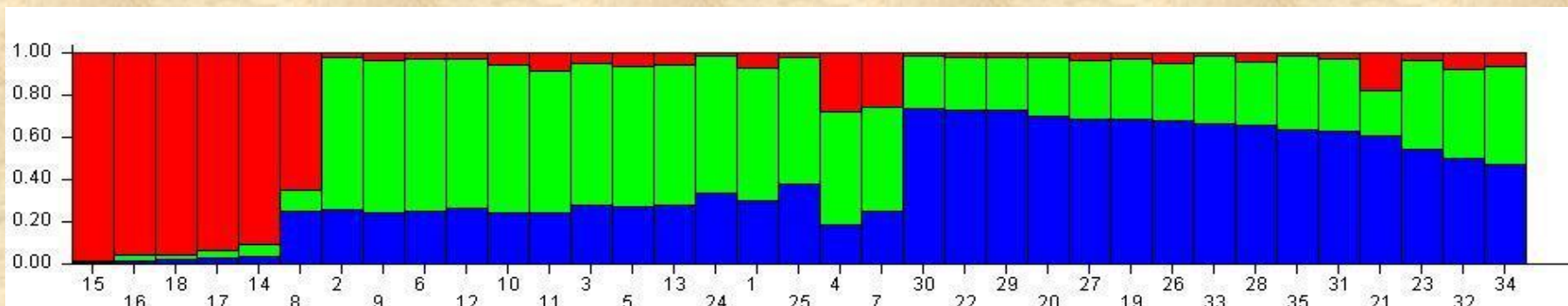
Phenol compounds

DP

Degradation products

Ассоциативное картирование коллекции белокочанной капусты

Association mapping of white cabbage collection



Bulgarian

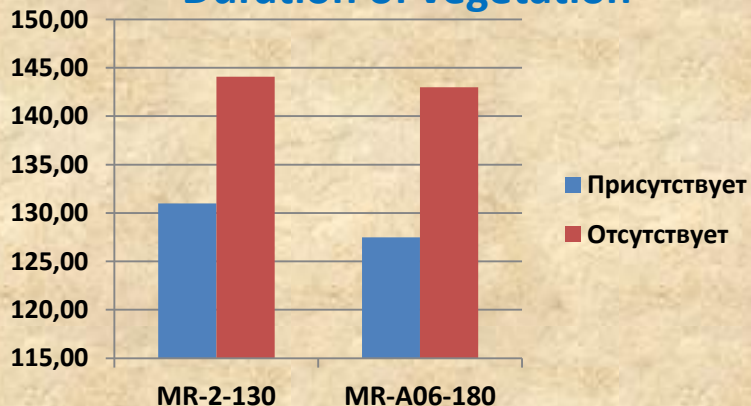


Russian

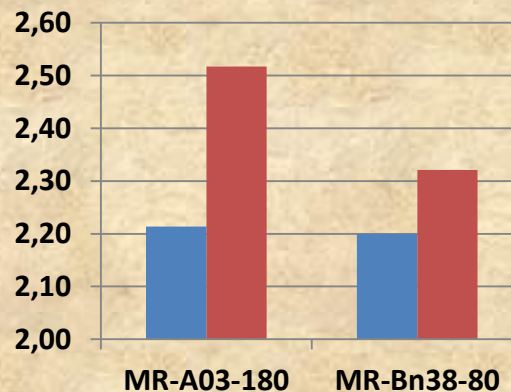


West-European

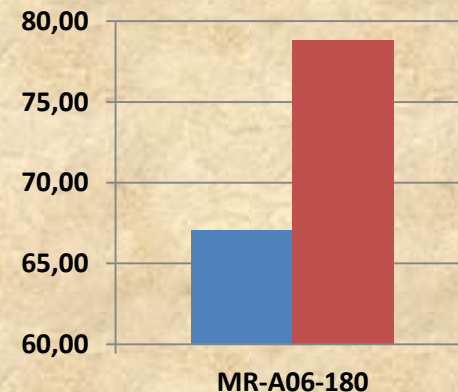
Период вегетации/
Duration of vegetation



Масса кочана/
Head weight



Диаметр розетки/
Plant diameter



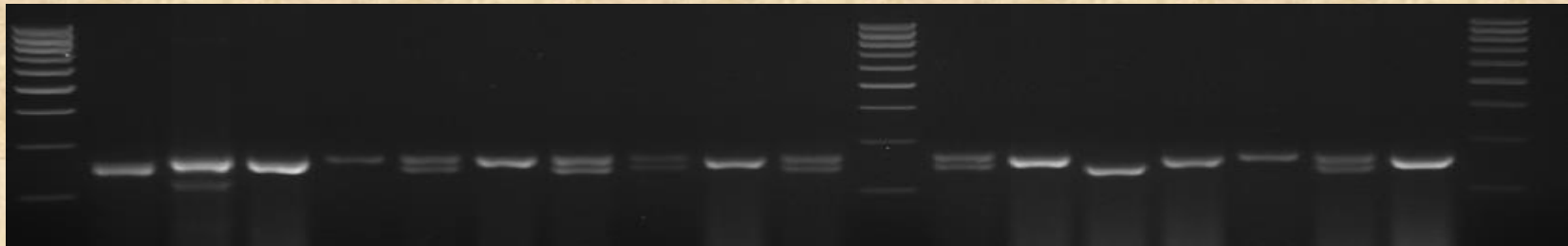
Скрининг селекционного материала и выделение генотипов с заданными свойствами

Скрининг гибридов от скрещивания линии 13 и сорта Тайсай (к-116, Япония) SSR маркером *BRMS-043*

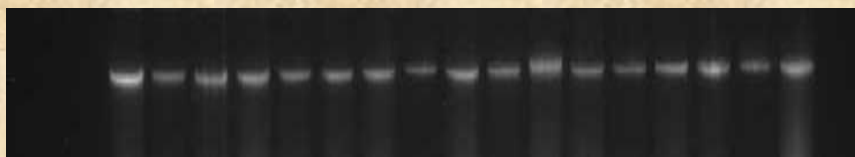
Маркер BRMS043 связан с длиной и шириной листовой пластинки, длиной черешка и с содержанием каротина и аскорбиновой кислоты.

PF F₁ F₂ F₂

M | 15 98 | 40 85 86 127 | 14 18 19 22 | M | 46 47 74 75 88 89 90 | M



F4



F5

Предсорт 122ф

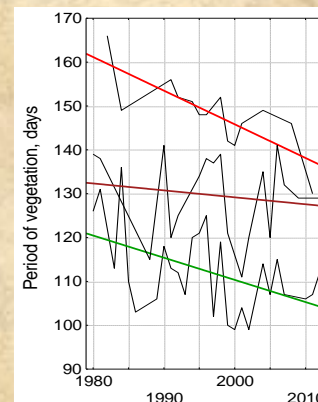
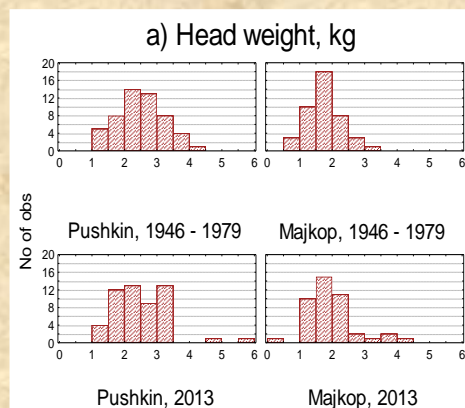
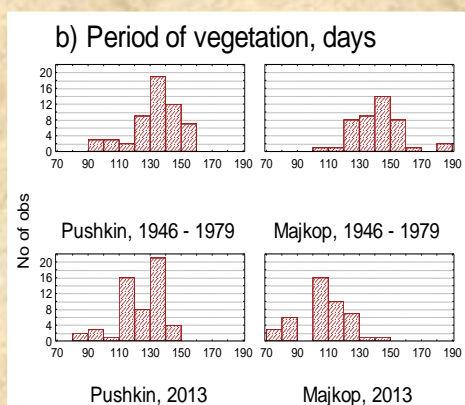
с высоким содержанием аскорбиновой кислоты, каротина, хлорофиллов



Оценка сохранности аутентичности образцов капусты после 10 циклов репродукции

Evaluation of authenticity of white cabbage collection after 10 rounds of reproduction

Variability of traits «head weight» and «vegetation period» of 55 accessions of
VIR white cabbage core collection
(Northwestern and Southern Fed. Districts, 1946-1979 and 2013)



Amager 611

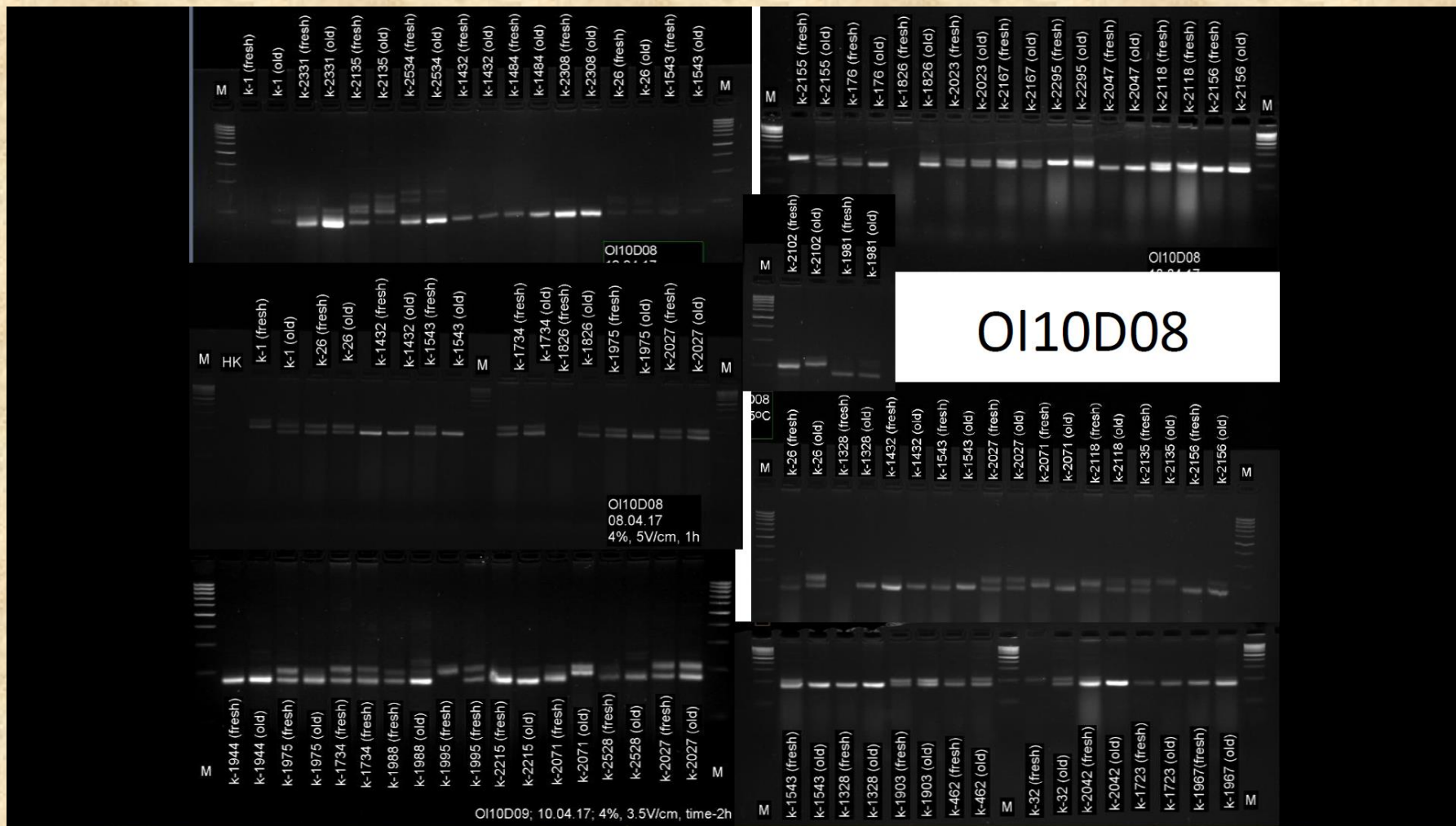
Glory

Golden Acre

**Все морфологические признаки стабильны /
Stability of all morphological characters was found.**

- Head weight is non significantly increased, that can be explained by improved selection during reproduction process.
- Period of vegetation of studied set is decreased significantly in both locations; possibly it is connected with climate change. Sample of decreasing of white cabbage varieties period of vegetation from 1980 to 2012 represents.

DNA analysis of original seed samples and the seeds getting after 10 rounds of white cabbage reproduction (set of 7 SSRs)



88% accessions save their authenticity.

Сорта селекции ВИР/ VIR cultivars



Афродита



Карменсита



Царевна



Ариэль



Прелестная

Все сорта ДНК маркированы и отличаются ценным биохимическим составом



ВитаВИР



Палитра



Юна



Королла



Лебедушка



Ворожея



Увалень



Петербургский



Аленушка



Пава



Русалочка

Фламинго розовый



Предсорта / Future cultivars



ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ, СОЗДАНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

- **Привлечение в коллекцию ВИР местных генетических ресурсов капустных культур с высокой адаптивностью из очагов происхождения культуры: Греции, Балканских стран, Турции, Египта, Сирии, Ирана, западного Китая**
- **Создание линий удвоенных гаплоидов**
- **Комплексный биохимический анализ питательных и антипитательных, в т.ч. биофумигационных, свойств капустных культур; выявление и локализация генетических локусов, контролируемых биохимические показатели**
- **Генетический анализ контроля устойчивости овощных культур к бактериальным, грибным и вирусным заболеваниям**
- **Генотипирование коллекций новыми маркерами для ассоциативного картирования**

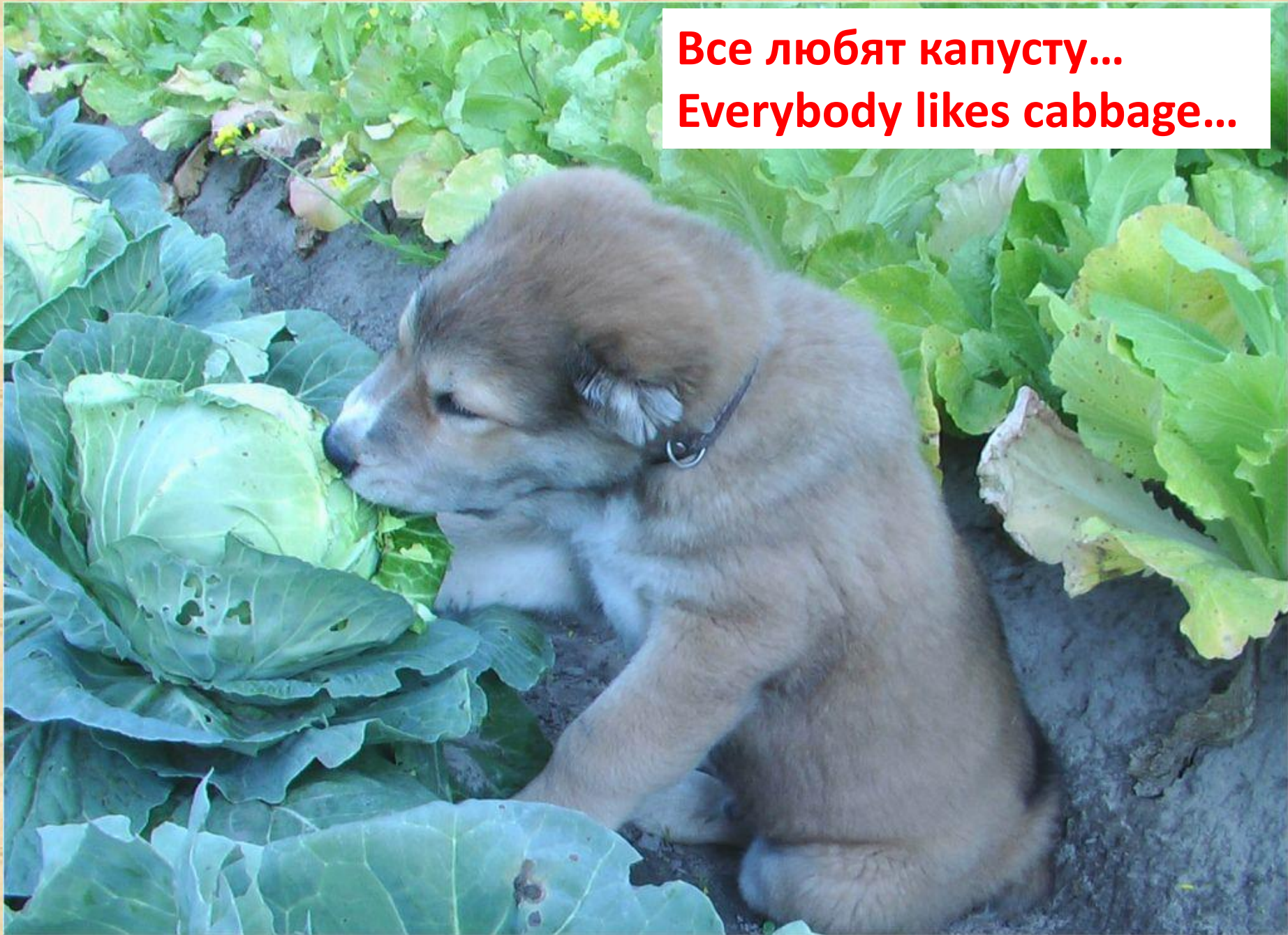
Дружная команда «овощников капустников» ВИР

средний возраст 45 лет



Созданная Н.И.Вавиловым и его последователями мировая коллекция капусты ВИР является актуальным объектом молекулярно-генетических, физиологических, биохимических, фитопатологических, селекционных исследований.

Все любят капусту...
Everybody likes cabbage...



Спасибо за внимание



**Выражаю глубокую благодарность
всем сотрудникам,
работающим с капустными культурами
в Центре и на станциях ВИР**