



VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)  
ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ  
ЭКОСИСТЕМ

ДОКЛАД

**ЛИПИДНЫЕ БИОМАРКЕРЫ В ПОЧВАХ ПОД  
ШИРОКОЛИСТВЕННЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ  
СООБЩЕСТВАМИ ЛЕСНЫХ ЗОН БОЛЬШОЙ  
МОСКВЫ**

Ю.А. ЗАВГОРОДНЯЯ,  
А.Е. БАЖАНОВА,  
Н.А. АНОХИНА,  
В.В. ДЕМИН  
e-mail: zyu99@mail.ru

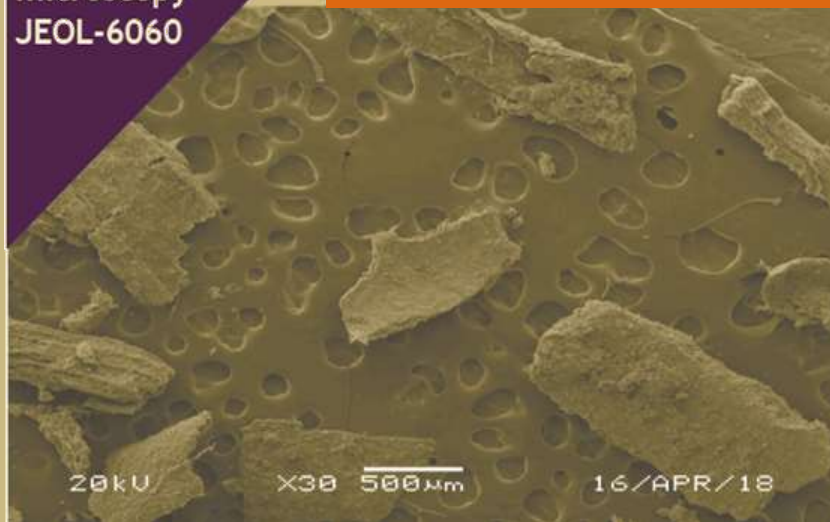
Why the alkanes?

***n*-Alkanes have**

- ▶ no functional groups
- ▶ hydrophobic properties
- ▶ ability to adsorb on minerals
- ▶ products of  $\beta$ -oxidation - *n*-methyl ketones

Scanning electron microscopy  
JEOL-6060

Plant residues



What is the origin?

in nature main *n*-Alkane source are:

odd long-chain C25-C33

odd & even short-chain C16-C25



distribution of

***n*-Alkanes &**

***n*-Methyl-Ketones**

lipid complex in soil profile

molecular footprint

this data is used :

- ▶ at paleo-reconstructions in studies of the isotopic composition and time dating of various (paleo-) soils
- ▶ in research of a carbon cycle changes

Soil &  
n-alkaneSoil indicator

for studies of short-term carbon cycle changes  
to assess the rate of organic matter  
transformation processes  
of SOM stabilization processes

main  
alkane  
homolo-  
gues  
ratios



$$A/K = \frac{\sum n\text{-alkanes with C-chain length } 25\text{-}34}{\sum n\text{-methyl ketones with C-chain length } 25\text{-}34}$$

$$LSR = \frac{\sum n\text{-alkanes with C-chain length } \geq 25}{\sum n\text{-alkanes with C-chain length } < 25}$$

$$OEP = \frac{nC_{25} + nC_{27} + nC_{29} + nC_{31} + nC_{33}}{nC_{24} + nC_{26} + nC_{28} + nC_{30} + nC_{32}}$$

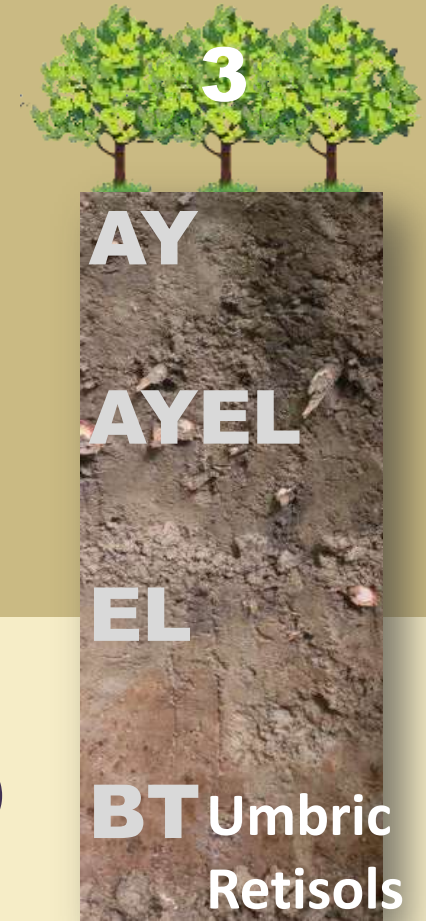
$$OEP = \frac{nC_{17} + nC_{19} + nC_{21} + nC_{23}}{nC_{16} + nC_{18} + nC_{20} + nC_{22}}$$

# Introduction

# Objects

# Methods

# Results



1- Malinskoye Forestry (TiNAO)

2- The forest park of Vorob'yevy gory (ZAO)

3- The Losinyy ostrov National Park (SVAO)

## EXTRACTION OF n-ALKANES & n-METHYL-KETONES



## Preliminary fractionation

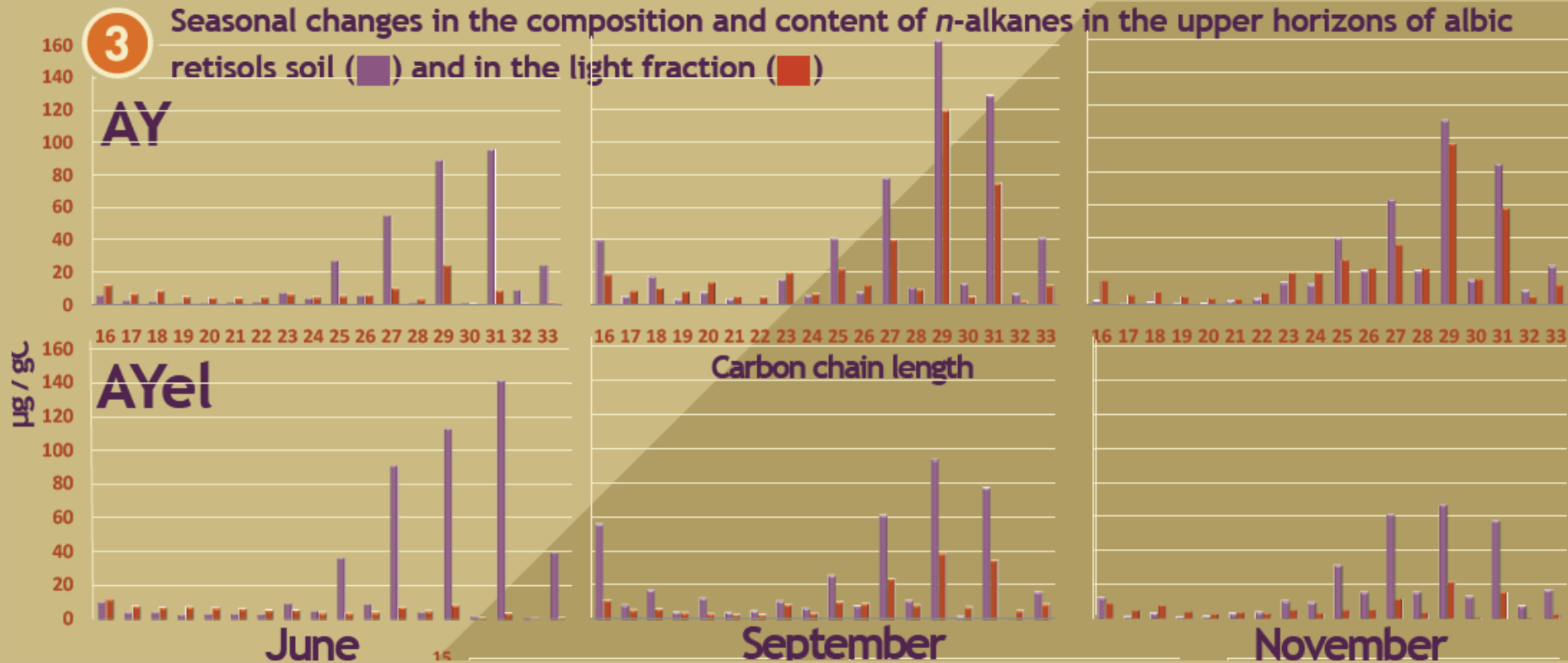
### DENSITY FRACTION SEPARATION



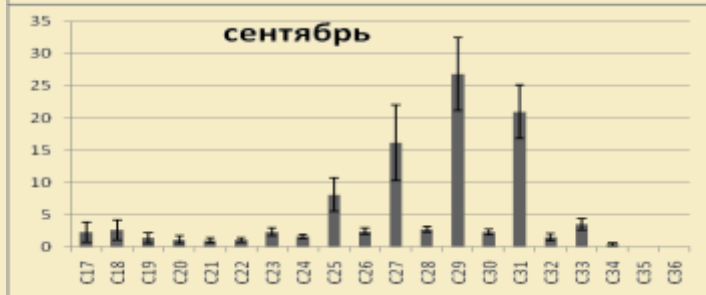
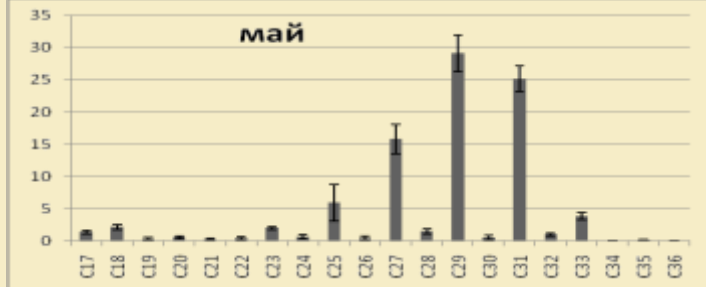
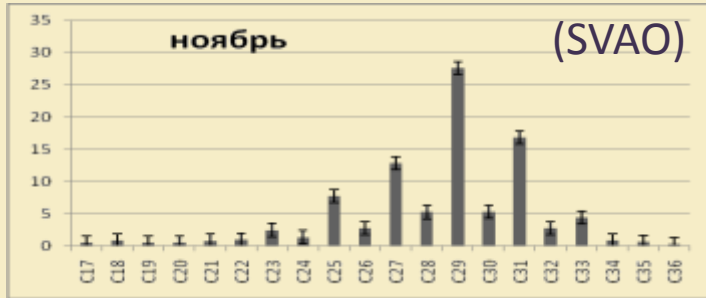
SEPARATION  
OF THE WATER –  
RESISTANT  
AGGREGATES BY THE  
WET SIEVING



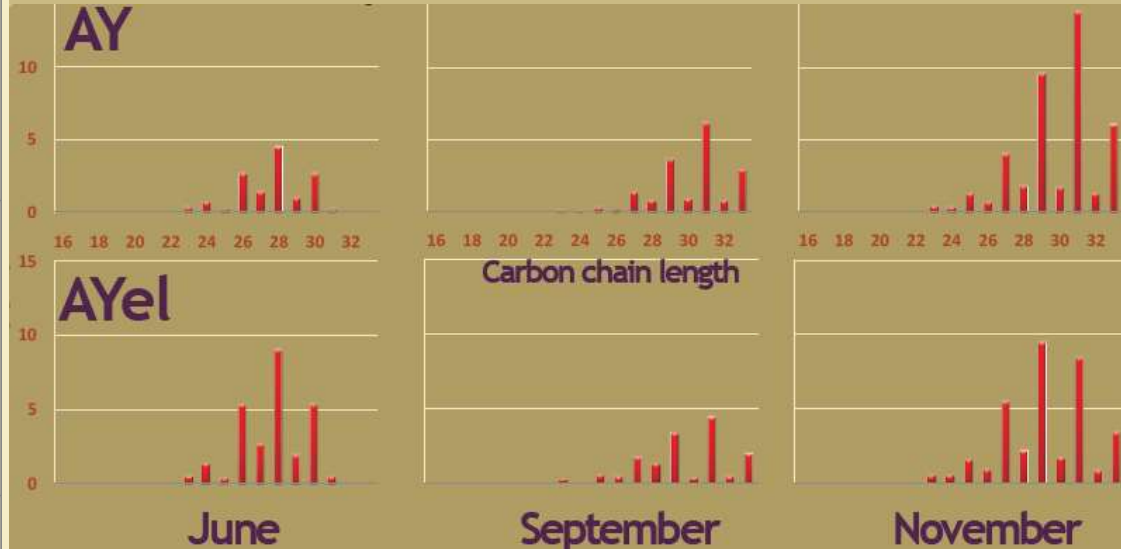
(TiNAO)



## Состав и содержание н-алканов



## Сезонные изменения в составе и содержании н-метил-кетонов в почве верхних горизонтов (мкг/гС) (TiNAO)



В почве 0-5 см (мкг/гС)

Показатель	Горизонт, см	Ноябрь	Май	Сентябрь
$C_{орг}, \%$	0–5	$3,9 \pm 0,7$	$4,4 \pm 0,6$	$4,2 \pm 0,9$
	5–10	$2,6 \pm 0,8$	$3,0 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,3$
Содержание н-алканов $C_{17}-C_{36}$ , мкг/г $C_{орг}$	0–5	$96 \pm 27$	$91 \pm 14$	$99 \pm 28$
	5–10	$193 \pm 37$	$178 \pm 16$	$206 \pm 41$
Содержание нечетных н- алканов $C_{25}-C_{35}$ , мкг/г $C_{орг}$	0–5	$66 \pm 20$	$80 \pm 11$	$76 \pm 19$
	5–10	$114 \pm 26$	$118 \pm 11$	$121 \pm 26$
Отношение н-алканов $C_{29}/C_{31}$	0–5	$1,4 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,2$
	5–10	$1,2 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,3$
OEP	0–5	$6 \pm 1$	$22 \pm 2$	$9 \pm 1$
	5–10	$5 \pm 1$	$9 \pm 1$	$6 \pm 1$
LSR	0–5	$8 \pm 2$	$9 \pm 1$	$4 \pm 1$
	5–10	$6 \pm 1$	$4,0 \pm 1$	$3 \pm 1$
Содержание н-метил-кетонов $C_{17}-C_{36}$ , мкг/г $C_{орг}$	0–5	$9 \pm 1$	$5 \pm 1$	$13 \pm 2$
	5–10	$18 \pm 3$	$1 \pm 0,2$	$20 \pm 4$

Сравнение показателей  
состава и содержания  
н-алканов и н-метил-  
кетонов по сезонам  
для почвы SVAO 0-5 см

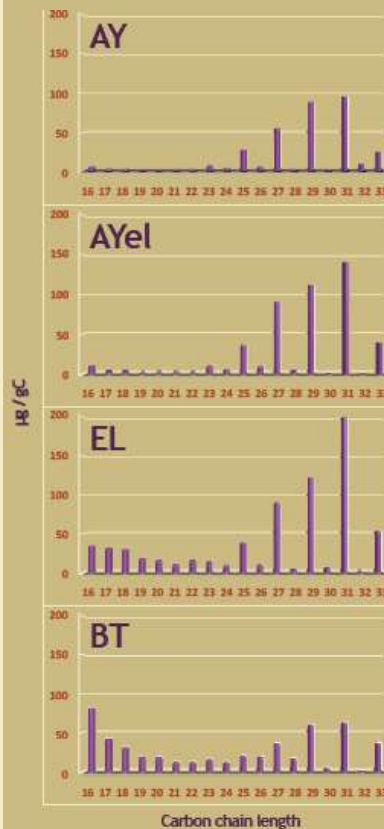




Показатели состава н-алканов и н-метил-кетонов  
в профиле почв под липняками (SVAO)

Горизонт	LSR	ОЕР	А/К
Точка 2			
AY (0–2см)	5 ± 1	10 ± 2	12 ± 1
AY (2–5см)	4 ± 1	8 ± 2	8 ± 1
AYEL	4 ± 1	6 ± 2	10 ± 1
EL	4 ± 1	1 ± 0,2	230 ± 10
BT	2 ± 1	2 ± 1	33 ± 6
Точка 3			
AY (0–2см)	6 ± 2	11 ± 2	10 ± 2
AY (2–5см)	4 ± 2	7 ± 2	14 ± 3
AYEL	3 ± 2	5 ± 2	8 ± 2
EL	3 ± 2	1 ± 0,3	246 ± 15

н-алакны в профиле (TiNAO)



# Introduction

# Objects

# Methods

# Results



В почве монодоминантного фитоценоза *Acer platanoides*, в котором полностью отсутствовало травянистое покрытие, гомологический состав алканов был стабилен в течение всего сезона, различия наблюдались только в количественном содержании алканов в почвенном ОВ и в изменении доли метил-кетонов.

- Исследованные дерново-подзолистые почвы под липняками Национального парка “Лосиный остров” и Малинского лесничества характеризуются однотипными сезонными изменениями в липидном составе органофилия. Почвы лесопарка на Воробьевых горах несколько различаются ходом сезонной динамики биогенных углеводов в связи с особенностями самих растительных парцелл.
- Основная часть липидных компонентов наземного опада утилизируется в течение года на поверхности почвы без поступления в верхние горизонты, где запасы нечетных  $n$ -алканов с длиной цепи  $C_{25}$ – $C_{35}$ , которые принято считать биомаркерами наземной растительности, в 4–5 раз ниже их количества, ежегодно поступающего с листовым опадом осенью.
- В формирование углеводородного состава верхних горизонтов почвы более значительный вклад по сравнению с наземным опадом вносит микробная биомасса, что выражается в увеличении в спектре линейных алканов доли четных и среднецепочечных ( $<C_{25}$ ) гомологов. Существенным является также вклад корневой биомассы, что приводит к изменению соотношения в составе липидной фракции верхнего горизонта  $n$ -алканов с длиной цепи  $C_{29}$  и  $C_{31}$ .

# Introduction Objects Methods Results

- В минеральных горизонтах исследованных почв резко (в 3–4 раза) возрастает доля линейных алканов в составе органического вещества, и меняется тип распределения *n*-алканов по длине углеродной цепи. Доминирования нечетных длинноцепочечных гомологов во фракции алканов элювиального гор.ЕL не наблюдается; при отсутствии в этом горизонте источников растительных липидов (опада и корней) гомологический состав алканов определяют компоненты микробной биомассы, накапливающиеся, по-видимому, в результате развития здесь микрофлоры рассеяния.
- Вниз по профилю почв нарастает относительное содержание более устойчивых к микробной деструкции высокомолекулярных *n*-алканов ( $C_{33}$  и  $C_{35}$ ). Наибольшая доля этих гомологов в составе алканов была в иллювиальном гор.ВТ, что связано с возможным присутствием в глубоких горизонтах почв компонентов липидного комплекса в менее доступной для биодеградации форме.
- Полученные результаты позволяют сделать заключение, что продукты микробиологического окисления *n*-алканов – 2-метил-кетоны, несмотря на относительно невысокое содержание в составе почвенных липидов (5–20мкг/г  $C_{орг}$ ), выступают более динамичным показателем изменений липидного комплекса почвы по сравнению с длинноцепочечными линейными алканами. За время наблюдений содержание в верхних горизонтах метил-кетонов (отнесенное к содержанию соответствующих *n*-алканов) достоверно снижалось после затухания в почве микробиологической активности в соответствующие сезоны года и было низким в глубоких горизонтах почв, в которых замедлены процессы трансформации липидных компонентов органического вещества.

# Список литературы

1. *Bush R. T., McInerney F. A.*, 2013. Leaf wax n-alkane distributions in and across modern plants: implications for paleoecology and chemotaxonomy // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. T. 117.V. 18. P. 161-179.

2. *Griepentrog M. et al.*, 2016. The fate of plant wax lipids in a model forest ecosystem under elevated CO<sub>2</sub> concentration and increased nitrogen deposition // *Organic Geochemistry*. T. 98.V. 9.P. 131-140.

3. *Jansen B. et al.*, 2008. Characteristic straight-chain lipid ratios as a quick method to assess past forest–páramo transitions in the Ecuadorian Andes // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. T. 262. №. 3.V. 10. P. 129-139.

4 *López-Días V. et al.*, 2013. Different source of n-alkanes and n-alkan-2-ones in a 6000 cal. yr BP Sphagnum-rich temperate peat bog (Roñanzas, N Spain) // *Organic geochemistry*. T. 57.V. 3. P. 7-10.

5. *Otto A., Simpson M. J.*, 2005. Degradation and preservation of vascular plant-derived biomarkers in grassland and forest soils from Western Canada // *Biogeochemistry*. T. 74. №. 3. V. 32. P. 377-409.

6. *Zech M. et al.*, 2012. Reconstruction of the late Quaternary paleoenvironments of the Nussloch loess paleosol sequence, Germany, using n-alkane biomarkers // *Quaternary Research*. T. 78. №. 2. V. 9. P. 226-235.

*Спасибо за внимание!*

