

Article

Modulation of the MEP Pathway for Overproduction of 13-R-ma- noyl Oxide in Cyanobacteria

Lawrence Chuk Sutardja, Nadia Dodge Sandra Lambert Walby, Nicholas Jeffrey Butler Thiyagarajan Gnanasekaran, Birger Lindberg Møller, Poul Erik Jensen *

Supplementary Information

1 - 80

ScGGPPS. -----MEAKI
SjGGPPS -----MVAQTFNLDITYLSQRQQQV
PbGGPPS MRSMLNLVDAWVQNLPFKQPHPSKFIHHPREFAPFLKSRRPISSFAVSAVLTGEEARIFTRGDEAPFNFNAYVVEKATHV

81 - 160

ScGGPPS DELINNDPVWSSQNESLSKPYNHILLKPGKNFRNLIVQNRVMNLPKDQLAIVSQIVELLHNSSLDDI--EDNAPL
SjGGPPS EEALS--AALVPAYPERIYEAMRYSLLAGGKRLRPILCLAAACELAGGSVEQAMPTACALEMIHTMSLIHDDLPAMDNDFF
PbGGPPS NKALD--DAVAVKNPPMHEAMRYSLLAGGKRVRPMLCIAACEVVGGPQAAAIPAACAVEMIHMTMSLIHDDLPAMDNDL

161 - 240

ScGGPPS RRGQTTSHLFGVPSNTANTANYMYFRAMQLVSQLTKEPLYHNLITF--NE--ELINLHRGQGLDIYWRDFLEHPTQ
SjGGPPS RRGKPTNHIKVFGEEDIAI LAGDALLAYAFEHASQTRGVFPQLVLQVIRIGHAVAATGLVGGQVVDLESEGK--AISL--
PbGGPPS RRGKPTNHIKVFGENVAVLAGDALLAFAFEFIATAITGVAPERILAAVAELAKAIGTEGLVAGQVVDLHCTGN--PNVGL--

241 - 320

ScGGPPS EMYLNMVMNKTGGFRITRLMEALS-SSHHGHS LVPFNLLGDIYQIRDDYLNKDFQMSSEKGFADITEGKLSFPI
SjGGPPS ETLEYIHSHTGTAL LEASVVSGGILAGADEELLARLSHYARDIGLAFQIVDDLDVTATSEQLGKTAGKDQAAAKATYPS
PbGGPPS DTLEFIHIHKTIAAL LEASVVLGAILGGSSDQVEKLRTFARKIGLLFQVVDLDVTKSSEELGKTAGKDLAVDKTTYPK

321 - 400

ScGGPPS VHAI NFKTKGQTEQHNEIRILLRTSDKDKLKLQILEFDTN--SLAYTKNFNQLVNMINKNDNENKYLPLASHS
SjGGPPS LLGLEASRQKAEE--LIQSAK-----EALRPYG-SQAEP L LALADITRRQH-----
PbGGPPS LLGLEKAMEFAER--LNEAK-----QQLDFDPRKAAPLVALADYIAHRQN-----

401 - 420

ScGGPPS DTATNLHDELLYUDHISEL
SjGGPPS -----
PbGGPPS -----

Figure S1. Alignment of GGDPSs used in this study.

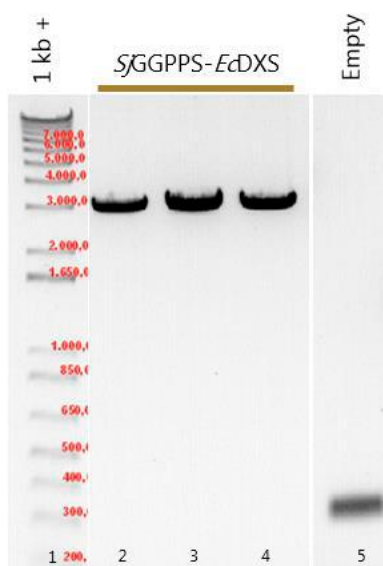


Figure S2. Colony PCR of SjGG/D transformants (T1-T3). A) Colony PCR of the *SjGGPPS-EcDXS* operon and flanking regions. Lane 1: 1kb+ ladder, lane 2-4: Amplicon of *SjGGPPS-EcDXS* and flanking regions on pDF-trc (T1-T3) (expected band size: 2950 bp), land 5: amplicon of flanking regions on empty pDF-trc vector (expected band size: 215 bp).

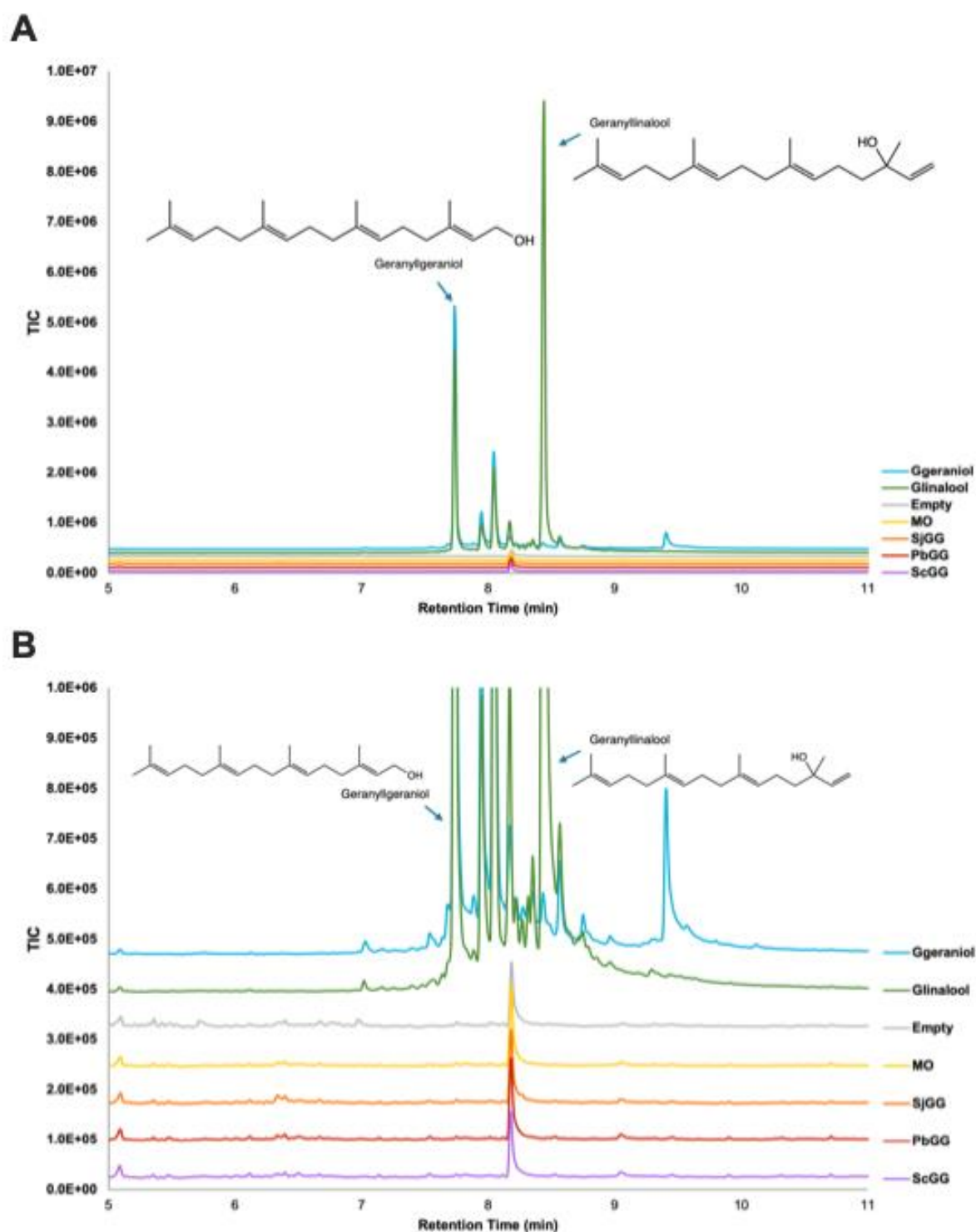


Figure S3. Side product analysis. **A)** Supernatant extractions of cell cultures, Empty (with no TPSs or GGPPs), MO, *SjGG*, *PbGG* and *ScGG*, compared to authentic geranylgeraniol (Ggeraniol) and geranyllinalool (Glinalool) standards. The constituent eluting at approximately 8.3 min is 1-eicosene, the internal standard. **B)** Enhanced view of the same chromatograms for better visualization of the cell supernatants.

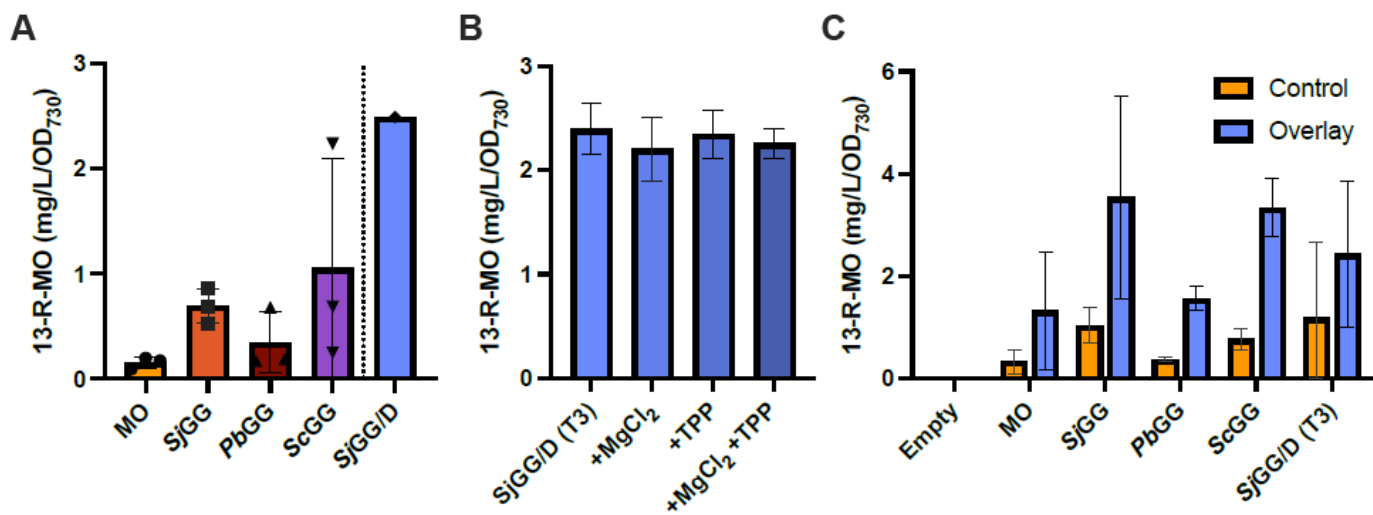


Figure S4. Titers of 13-R-MO normalized to OD₇₃₀. (A) Corresponding to Fig. 3A; (B) Corresponding to Fig. 3B and (C) Corresponding to Fig 4A.

Table S1. Constructs used in this study. Homology to the genome and the plasmid backbone are truncated for brevity.

Homology or Backbone

Promoter

CDS

Terminator

Antibiotic Cassette

1. TPS Integrative Construct

1160 bp homology – promoter – TPS2- TPS3 – terminator – kanamycinR – 1115 bp homology

CCCGTCTGGTCAATATCCCTTGGCAAAGTTTAAATAATCTCGCATCAGCAATGGCTAGGGACTCT
GACTAATCCCATGGCTAAACTCCTGTCAACGTAATGCATGCCGCTTCGCCTTCGCGCACCTGT
AGAGAAGAGTCCCTGAATATCAAAATGGTGGGATAAAAAGCTCAAAAAGGAAAGTAGGCTGT
GGTTCCTTAGGCAACAGTCTTCCCTACCCCACTGGAAACTAAAAAACGAGAAAAGTTTCGCAC
CGAACATCAATTGCATAATTTTAGCCCTAAAACATAAGCTGAACGAACTGGTTGTCTTCCCTT
CCCAATCCAGGACAATCTGAGAATCCCCTGCAACATTACTTAACAAAAAAGCAGGAATAAAAT
TAACAAGATGTAACAGACATAAGTCCCATCACCGTTGTATAAAGTTAACTGTGGGATTGCAAA
AGCATTCAAGCCTAGGCGCTGAGCTGTTTGAGCATCCCGGTGGCCCTTGTCGCTGCCTCCGTGT
TTCTCCCTGGATTTATTTAGGTAATATCTCTCATAAATCCCCGGGTAGTTAACGAAAGTTAATG
GAGATCAGTAACAATAACTCTAGGGTCATTACTTTGGACTCCCTCAGTTTATCCGGGGGAATTG
TGTTTAAGAAAATCCCAACTCATAAAGTCAAGTAGGAGATTAATTCAATGGAATTCCTCGAGT
CTAGAATGAGCCGTGTGGCCTCTCTGGATGCCTTAAATGGGATTCAAAAAGTGGGACCCGCTA
CTATTGGGACCCCCGAAGAAGAAAACAAGAAGATTGAAGATAGTATTGAATACGTGAAAGAA
TTGTTAAAACTATGGGGGATGGACGTATTTCCGTGAGTCCCTACGACACCGCTATTGTTGCCT
TGATTAAAGATTTAGAAGGCGGTGACGGTCCCGAATTTCCCTCTTGTTTAGAATGGATTGCTCA
AAATCAGCTGGCCGATGGCTCCTGGGGTGACCATTCTTTTGTATTTATGATCGGGTGGTTAAC
ACCGCCGCTTGCGTGGTTGCCTTGAAATCCTGGAATGTGCACGCTGATAAAATTGAAAAAGGG
GCCGTGTACCTGAAAGAAAACGTTTCATAAATTGAAAGACGGCAAAATTGAACACATGCCCGCT
GGTTTGAATTTGTGGTTCCCGCCACCTTAGAACGGGCTAAAGCCCTGGGGATTAAAGGATTG
CCCTATGATGACCCCTTTATTCGCGAAATTTACAGTGCCAAACAAACCCGTTTGACTAAAATTC
CAAAGGGATGATTTATGAATCCCCCACCAGTCTGTTGTACTCCTTAGATGGCCTGGAAGGTTT
GGAATGGGACAAAATTTTGAAATTACAAAGCGCTGATGGCTCTTTTATTACCTCCGTGTCCAGT
ACTGCCTTTGTTTTTATGCATACCAACGATCTGAAATGTCACGCTTTTATTA AAAACGCCTTGA
CTAACTGCAACGGGGGAGTGCCCCATACCTATCCCGTTGATATTTTGTCTCGTTTATGGGCCGT
GGACCGGTTACAACGCCTGGGGATTTCCCGGTTTTTCGAACCCGAAATTAAATACTTGATGGAT
CATATTAACAACGTGTGGCGTGAAAAAGGAGTTTTTAGCTCTCGGCACAGTCAGTTTGCCGAT
ATTGATGACACCAGCATGGGGATTGCTTACTGAAAATGCATGGATATAATGTGAACCCCAAT
GCCTTGGAACACTTTAAACAAAAAGATGGTAAATTTACCTGTTACGCCGACCAGCATATTGAA
AGCCCCTCTCCCATGTATAATTTGTACCGGGCCGCTCAATTACGCTTTCCCGGGGAAGAAATTC
TGCAACAGGCTTTGCAGTTTGCCTATAATTTTCTGCATGAAAACCTGGCCTCTAATCACTTTCA
AGAAAAATGGGTGATTTCCGATCATTTGATTGACGAAGTTTCGGATTGGCTTAAAAATGCCCTG
GTATGCTACCCTGCCCCGCGTGGAAGCCAGTTATTACTTACAACACTACGGCGGTTCCAGTGAT
GTTTGGATTGGTAAAACCTTTGTATCGTATGCCCCGAAATTTCCAACGATACCTACAAAATTTTG
CTCAACTGGACTTTAACAATGCCAAGCCCAGCATCAATTAGAATGGATGTCTATGAAAGAAT
GGTATCAGTCCAACAACGTGAAAGAATTTGGCATTAGTAAAAAAGAATTGCTGCTGGCCTACT
TTTTGGCCGCTGCCACCATGTTTGAACCCGAACGTACTCAAGAACGGATTATGTGGGCCAAAA
CCCAGGTTGTTAGTCGGATGATTACTAGCTTTTTTAAACAAAGAAAACACCATGTCTTTTGATCT
GAAAATTGCCTTGTTAACTCAGCCCCAACATCAGATTAACGGGAGCGAAATGAAAAATGGATT
GGCCCAAACCTTACCCGCTGCCTTTCGCCAGCTGTTGAAAGAATTTGATAAATATACCCGCCAT
CAATTACGTAACACTTGGAATAAATGGCTGATGAAATTGAAACAGGGCGATGACAATGGGGG
AGCTGATGCCGAATTACTGGCTAACACCTTAAATATTTGTGCCGGTCATAACGAAGACATTTTG

TCCCACTATGAATACACCGCCTTAAGCTCTCTGACTAATAAAATTTGCCAACGCTTGAGTCAAA
TTCAGGATAAGAAAATGTTAGAAATTGAAGAAGGTAGCATTAAAGACAAAGAAATGGAATTA
GAAATTCAAACCTCTGGTGAACTGGTTTTGCAGGAAACCAGTGGCGGTATTGATCGCAACATT
AAACAAACCTTTTTGAGCGTGTTTAAACTTTTTACTACCGTGCTTACCATGATGCCAAAACCA
TTGACGCCACATTTTTTCAGGTGTTATTTGAACCCGTGGTGTCCGCTTGGAGTCATCCCCAGTTT
GAAAAATGAAGATCTAGTAGTGGAGGTGAATTCATGGGGATTACCAGTAAAAGCTCTGCTGCT
GTGAAATGTTCCCTTGACCACCCCCACCGACTTGATGGGCAAAATTAAAGAAGTGTTTAACCGG
GAAGTGGATACCTCCCCGCCGCTATGACCACTCATTCCACTGATATTCCCAGTAACTTGTGTA
TTATTGATACCTTGCAACGGTTGGGGATTGACCAGTACTTTCAAAGTGAAATTGATGCCGTGTT
ACATGACACCTACCGCCTGTGGCAATTGAAGAAAAAAGATATTTTTAGCGACATTACCACTCA
CGCCATGGCTTTTCGCTTGTTACGTGTGAAAGGATATGAAGTTGCCAGTGATGAATTAGCCCC
TACGCTGACCAGGAACGTATTAATCTGCAAACCATTGATGTGCCCACTGTGGTTGAATTATATC
GTGCCGCTCAAGAACGGCTGACCGAAGAAGATTCCACTTTGGAAAAATTATACGTGTGGACCA
GTGCCTTTCTGAAACAACAGCTGTTGACTGATGCTATTTCCCGACAAAAAACTGCATAAACAAG
TGGAATACTACCTGAAAAACTACCACGGGATTTTGGATCGCATGGGAGTTCGTCGGAATTTGG
ATTTGTACGACATTAGCCATTACAAATCTTTGAAAGCCGCTCACCGGTTTTACAACCTGAGCAA
CGAAGATATTCTGGCCTTTGCTCGCCAGGACTTTAATATTTCTCAAGCCCAGCATCAAAAAGAA
CTGCAACAGTTGCAACGCTGGTATGCTGATTGTCGTTTAGACACCCTGAAATTTGGCCGGGATG
TGGTTCGCATTGGTAACTTTCTGACCTCCGCCATGATTGGTGATCCCGAATTGAGTGACTTGCG
CTTAGCCTTTGCTAAACATATTGTGTTAGTTACCCGTATTGATGATTTCTTTGATCACGGCGGT
CCAAAGAAGAATCCTATGAAATTCTGGAATTGGTGAAAGAATGGAAAGAAAAACCCGCCGGT
GAATACGTTAGTGAAGAAGTTGAAATTTTGTTTACCGCCGTGTACAATACTGTTAACGAATTAG
CCGAAATGGCTCACATTGAACAAGGACGTTCCGTGAAAGATTTACTGGTGAAATTGTGGGTTG
AAATTTTAAGTGTTTTTCGGATTGAATTGGATACCTGGACTAATGACACCGCCTTAACCTCTGGA
AGAATATTTGAGCCAGTCTTGGGTTAGCATTGGCTGTTCGCATTTCGATTCTGATTTCTATGCAG
TTTCAAGGTGTTAACTGAGCGATGAAATGTTGCAATCTGAAGAATGTACCGACTTATGCCGG
TATGTGTCCATGGTTGATCGCTTGTTAAATGACGTGCAGACCTTTGAAAAAGAACGCAAAGAA
AATACTGGCAACTCCGTTAGTCTGTTGCAAGCCGCTCATAAAGATGAACGTGTGATTAACGAA
GAAGAAGCCTGTATTAAGTTAAAGAATTGGCTGAATACAACCGTCGGAAATTAATGCAAATT
GTGTACAAAACCGGTACTATTTTTCCCCGTAAATGCAAAGATTTGTTTTTAAAGCCTGTCGGA
TTGGGTGCTATTTGTACTCCAGTGGAGATGAATTTACCAGTCCCCAACAGATGATGGAAGACA
TGAAAAGCTTAGTGTATGAACCCCTGCCCATTTCCCCTCCCGAAGCCAATAACGCTTCTGGTGA
AAAAATGTCCTGTGTGTCCAACCTACCCCTATGATGTGCCCGATTATGCTTAGCTGCAGAACTAG
TGTCGACGGATCCCCGGTCTCATGATAACCAGGCATCAAATAAAACGAAAGGCTCAGTCGAAA
GACTGGGCCCTTTCGTTTTATCTGTTGTTTGTTCGGTGAACGCTCTCTACTAGAGTCACACTGGCTC
ACCTTCGGGTGGGCCCTTCTGCGTTTATACTCGAGCTGATCCTTCAACTCAGCAAAAGTTTCGATT
TATTCAACAAAGCCACGTTGTGTCTCAAAATCTCTGATGTTACATTGCACAAGATAAAAAATATA
TCATCATGAACAATAAAACTGTCTGCTTACATAAACAGTAATACAAGGGGTGTTATGAGCCAT
ATTCAACGGGAAACGTCTTGCTCCAGGCCGCGATTAAATTCCAACATGGATGCTGATTTATATG
GGTATAAATGGGCTCGCGATAATGTTCGGGCAATCAGGTGCGACAATCTATCGATTGTATGGGA
AGCCCGATGCGCCAGAGTTGTTTCTGAAACATGGCAAAGGTAGCGTTGCCAATGATGTTACAG
ATGAGATGGTCAGACTAACTGGCTGACGGAATTTATGCCTCTTCCGACCATCAAGCATTTTAT
CCGTACTCCTGATGATGCATGGTTACTCACCACTGCGATCCCCGGGAAAACAGCATTCCAGGT
ATTAGAAGAATATCCTGATTCAGGTGAAAATATTGTTGATGCGCTGGCAGTGTTCCCTGCGCCG
GTTGCATTTCGATTCCTGTTTGTAAATTGTCCTTTTAACAGCGATCGCGTATTTTCGTCTCGCTCAGG
CGCAATCACGAATGAATAACGGTTTGGTTGATGCGAGTGATTTTGATGACGAGCGTAATGGCT
GGCCTGTTGAACAAGTCTGGAAAGAAATGCATAAGCTTTTGCCATTCTCACCGGATTCAGTCGT
CACTCATGGTGATTTCTCACTTGATAACCTTATTTTTGACGAGGGGAAATTAATAGGTTGTATT
GATGTTGGACGAGTCGGAATCGCAGACCGGATACCAGGATCTTGCCATCCTATGGAACCTGCCTC
GGTGAGTTTTCTCCTTCATTACAGAAACGGCTTTTTCAAATAATGGTATTGATAATCCTGATA
TGAATAAATTGCAGTTTCATTGATGCTCGATGAGTTTTTCTAAATCAGAATTGGTTAATTGGTT
GTAACACTGGCAGAGCGGTACCATGGTATTACCAATTAGCAGGATCAGAGATTTCTATCAGTTC
CCCAGCAATTGCCCTTCCCTGTCATTTTGAGAAATAGGTGTGTGTGGTGGT

2. pDF-trc-SjGGPPS

Backbone-SjGGDPS- Backbone

TTGACAATTAATCATCCGGCTCGTATAATGTGTGGAATTGTGAGCGGATAACAATTCACACAGG
AAAGATGGTGGCCCAAACCTTTAATTTGGATACCTATTTATCCCAACGTCAACAACAAGTGA
 AGAAGCCTTGAGTGCCGCTTAGTGCCCGCCTATCCCGAACGGATTTATGAAGCCATGCGCTA
 TTCCTTGTTAGCCGGCGGTAAACGCTTGCGTCCCATTTTGTGTTTAGCCGCTGTGAATTAGCC
 GGGGGCTCCGTGGAACAAGCTATGCCACCGCCTGTGCCTTGGAATGATTCATACCATGAGT
 TTGATTCATGATGATTTACCCGCTATGGATAATGATGATTTTCGTCGGGGCAAACCCACCAATC
 ATAAAGTGTTTGGCGAAGATATTGCCATTTTAGCCGGTGATGCCTTGTTAGCCTATGCCTTTGA
 ACATATTGCTTCCCAAACCCGGGGCGTGCTCCCAATTGGTGTTACAAGTGATTGCCCCGTATT
 GGTCATGCTGTGGCTGCTACCGGGTTGGTGGGTGGGCAAGTGGTGGATTTAGAATCCGAAGGG
 AAAGCCATTAGTTTGGAACCTTAGAATACATTCATAGTCATAAAACCGGGGCTTGTTAGAA
 GCCTCCGTGGTGAGTGGCGGTATTTTGGCCGGCGCCGATGAAGAATTGTTAGCCCGTTTGTCCC
 ATTATGCCCGGGATATTGGTTTGGCCTTTCAAATTGTGGATGATATTTTGGATGTGACCGCCAC
 CAGTGAACAATTAGGGAAAACCGCCGGCAAAGATCAAGCTGCCGCCAAAGCCACCTATCCCTC
 CTTGTTAGGTTTGGAAGCCAGTCGGCAAAAAGCCGAAGAATTGATTCAATCCGCCAAAGAAGC
 CTTACGCCCTATGGGAGTCAAGCCGAACCTTGTTAGCCTTAGCCGATTTTATTACCCGTCGG
 CAACATTATCCCTATGATGTGCCCGATTATGCCTAA**TGGCTGTTTTGGCGGATGAGAGAAGATT**
TTCAGCCTGATACAGATTAAATCAGAACGCAGAAGCGG

3. pDF-trc-PbGGDPS

Backbone-PbGGDPS- Backbone

TTGACAATTAATCATCCGGCTCGTATAATGTGTGGAATTGTGAGCGGATAACAATTCACACAGG
AAAGATGTTTAACTTTAACGCCTATGTGGTGGAAAAAGCCACCCATGTGAATAAAGCCTTGGA
 TGATGCCGTGGCCGTGAAAAATCCTCCCATGATTCATGAAGCCATGCGGTATTCCTTGTTAGCC
 GGCGGTAAACGTGTGCGGCCCATGTTATGTATTGCTGCTTGTTGAAGTGGTGGGCGGCCCCAA
 GCTGCCGCCATTCCCGCTGCCTGTGCTGTGGAATGATTCATACCATGAGTTTGATTCATGATG
 ATTTACCTGTATGGATAATGATGATTTGCGGCGCGGTAAACCCACCAATCATAAAGTGTTTGG
 TGAAAAATGTGGCCGTGTTAGCCGGGGATGCCTTGTTAGCCTTTGCCTTTGAATTTATTGCTACC
 GCTACCACCGGGGTGGCTCCCGAACGCATTTTGGCCGCCGTGGCCGAATTAGCCAAAGCCATT
 GGCACCGAAGGGTTGGTGGCCGGCCAAGTGGTGGATTTACATTGTACCGGGAATCCCAATGTG
 GGCTTGATACCTTAGAATTTATTCATATTCATAAAACCGCCGCCTTGTTAGAAGCCTCCGTGG
 TGTTGGGCGCCATTTTAGGTGGGGGCTCCAGTGATCAAGTGGAAAAATTGCGCACCTTTGCC
 GTAAAAATTGGTTTGTGTTTCAAGTGGTGGATGATATTTTAGATGTGACCAAATCCAGTGAAGA
 ATTGGGCAAACCGCCGGTAAAGATTTAGCCGTGGATAAAACCACTATCCCAAATTGTTAGG
 CTTGGAAAAAGCTATGGAATTTGCCGAACGGTTGAACGAAGAAGCCAAACAACAATTGTTAG
 ATTTTGATCCCCGCAAAGCTGCCCCCTTGGTGGCCTTAGCCGATTATATTGCCCATCGTCAAAA
 TTATCCCTATGATGTGCCCGATTATGCCTAA**TGGCTGTTTTGGCGGATGAGAGAAGATTTTCAGC**
CTGATACAGATTAAATCAGAACGCAGAAGCGG

4. pDF-trc-ScGGPPS

Backbone-ScGGDPS- Backbone

TTGACAATTAATCATCCGGCTCGTATAATGTGTGGAATTGTGAGCGGATAACAATTCACACAGG
AAAGATGGAAGCCAAAATTGATGAATTGATTAACAACGATCCCGTGTGGTCCAGTCAAAACGA
 ATCCTTAATTAGTAAACCCTACAACCATATTTTGTGAAACCCGGTAAAAACTTTCGGTTGAAC
 TTGATTGTGCAAATTAATCGCGTGATGAATTTGCCCAAAGATCAATTAGCCATTGTGTCCCAA
 TTGTGGAATTGTTGCATAATTCCAGTTTGTGATTGATGATATTGAAGATAACGCCCCCTTGCG
 TCGGGGCCAAACCACAGTCATTTAATTTTGGTGTGCCAGTACCATTAAACCCGCCAACTAC
 ATGTACTTTCGCGCCATGCAATTAGTGAGTCAATTAACCACCAAAGAACCCTTGTAACATAACT
 TGATTACCATTTTAAACGAAGAATTGATTAATTTACATCGTGGGCAAGGCTTGATATTTATTG

GCGGGATTTTCTGCCCGAAATTATCCACCCAAGAAATGTACTTGAACATGGTGATGAACAA
 AACCGGCGGTTTATTTCGTTTAACCTTGCGGTTAATGGAAGCCTTGTCCTCCAGTCATCAT
 GGGCATAGTTTGTGCCCTTTATTAATTTGTTAGGCATTATTTACCAAATTCGTGATGATTACTT
 GAACTTGAAAGATTTTCAAATGTCCAGTGAAAAAGGTTTGGCGAAGATATTACCGAAGGGAA
 ATTGTCCTTTCCCATTTGTGCATGCCTTAAATTTTACCAAAACCAAAGGCCAAACCGAACAACAT
 AACGAAATTTTGGCGATTTTGTGTTGCGTACCAGTGATAAAGATATTAAATTGAAATTGATTC
 AAATTTTGGAAATTTGATACCAATAGTTTAGCCTATACCAAAAATTTTATTAATCAATTGGTGAA
 CATGATTAAAAACGATAACGAAAACAAATATTTGCCCGATTAGCCTCCCATAGTGATACCGC
 CACCAATTTACATGATGAATTATTGTACATTATTGATCATTGAGTGAATTATATCCCTATGAT
 GTGCCCGATTATGCCTAA TGGCTGTTTTGGCGGATGAGAGAAGATTTTCAGCCTGATACAGATTA
AATCAGAACGCAGAAGCGG

5. pDF-trc-SjGGPPS-DXS*

Backbone-SjGGDPS-EcDXS*-Backbone

TTGACAATTAATCATCCGGCTCGTATAATGTGTGGAATTGTGAGCGGATAACAATTCACACAGG
AAAGATGGTGGCCCAAACCTTTAATTTGGATACCTATTTATCCCAACGTCAACAACAAGTGGA
 AGAAGCCTTGAGTGCCGCCTTAGTGCCCGCCTATCCCGAACGGATTTATGAAGCCATGCGCTA
 TTCCTTGTTAGCCGGCGGTAAACGCTTGCGTCCCATTTTGTGTTTAGCCGCCTGTGAATTAGCC
 GGGGGCTCCGTGGAACAAGCTATGCCACCGCCTGTGCCTTGGAATGATTCATACCATGAGT
 TTGATTCATGATGATTTACCCGCTATGGATAATGATGATTTTCGTGCGGGGCAAACCCACCAATC
 ATAAAGTGTTTGGCGAAGATATTGCCATTTTAGCCGGTGATGCCTTGTTAGCCTATGCCTTTGA
 ACATATTGCTTCCCAAACCCGGGGCGTGCTCCCCAATTGGTGTTACAAGTGATTGCCCGTATT
 GGTCACTGTGTGGCTGCTACCGGGTTGGTGGGTGGGCAAGTGGTGGATTTAGAATCCGAAGGG
 AAAGCCATTAGTTTGGAAACCTTAGAATACATTCATAGTCATAAAACCGGGGCGCTTGTTAGAA
 GCCTCCGTGGTGAGTGGCGGTATTTTGGCCGGCGCCGATGAAGAATTGTTAGCCCGTTTGTCCC
 ATTATGCCCGGGATATTGGTTTGGCCTTTCAAATTGTGGATGATATTTTGGATGTGACCGCCAC
 CAGTGAACAATTAGGGAAAACCGCCGGCAAAGATCAAGCTGCCGCCAAAGCCACCTATCCCTC
 CTTGTTAGGTTTGAAGCCAGTCGGCAAAAAGCCGAAGAATTGATTCATCCGCCAAAGAAGC
 CTTACGCCCTATGGGAGTCAAGCCGAACCTTGTTAGCCTTAGCCGATTTTATTACCCGTCGG
 CAACATTATCCCTATGATGTGCCCGATTATGCCTAA ggtcgactagtgagggaaccgctATGAGTTTTGATA
 TTGCCAAATACCCGACCCTGGCACTGGTCGACTCCACCCAGGAGTTACGACTGTTGCCGAAAG
 AGAGTTTACCGAAACTCTGCGACGAACCTGCGCCGCTATTTACTCGACAGCGTGAGCCGTTCCA
 GCGGGCACTTCGCCTCCGGGCTGGGCACGGTCGAACTGACCGTGGCGCTGCACTATGTCTACA
 ACACCCCGTTTGACCAATTGATTTGGGATGTGGGGCATCAGGCTTATCCGCATAAAATTTTGAC
 CGGACGCCGCGACAAAATCGGCACCATCCGTCAGAAAGGCGGTCTGCACCCGTTCCCGTGGCG
 CGGCGAAAGCGAATATGACGTATTAAGCGTCGGGCATTTCATCAACCTCCATCAGTGCCGGAAT
 TGGTATTGCGGTTGCTGCCGAAAAAGAAGGCAAAAATCGCCGCACCGTCTGTGTCAATTGGCGA
 TGGCGCGATTACCGCAGGCATGGCGTTTGAAGCGATGAATCACGCGGGCGATATCCGTCCTGA
 TATGCTGGTGATTCTCAACGACAATGAAATGTCGATTTCCGAAAATGTCGGCGCGCTCAACAA
 CCATCTGGCACAGCTGCTTTCCGGTAAGCTTTACTCTTCACTGCGCGAAGGCGGGAAcAAAGTT
 TTCTCTGGCGTGCCGCCAATTAAAGAGCTGCTCAAACGCACCGAAGAACATATTgcGGCATGG
 TAGTGCTGGCACGTTGTTTGAAGAGCTGGGCTTTAACTACATCGGCCCGGTGGACGGTCAAG
 ATGTGCTGGGGCTTATCACACGCTAAAGAACATGCGCGACCTGAAAGGCCCGCAGTTCCTGC
 ATATCATGACCAAAAAAGGTCGTGGTTATGAACCGGCAGAAAAAGACCCGATCACTTTCCACG
 CCGTGCTAAATTTGATCCCTCCAGCGGTTGTTTGGCGAAAAGTAGCGGCGGTTTGGCGAGCTA
 TTCAAAAATCTTTGGCGACTGGTTGTGCGAAACGGCAGCGAAAGACAACAAGCTGATGGCGAT
 TACTCCGGCGATGCGTGAAGGTTCCGGCATGGTCGAGTTTTCACGTAAATTTCCCGGATCGCTAC
 TTCGACGTGGCAATTGCCGAGCAACACGCGGTGACCTTTGCTGCGGGTCTGGCGATTGGTGGG
 TACAAACCCATTGTCGCGATTTACTCCACTTTTCTGCAACGCGCCTATGATCAGGTGCTGCATG
 ACGTGGCGATTCAAAGCTTCCGGTCCTGTTTCGCCATCGACCGCGCGGGCATTGTTGGTGCTGA
 CGGTCAAACCCATCAGGGTGCTTTTGATCTCTCTTACCTGCGCTGCATACCGGAAATGGTCATT
 ATGACCCCGAGCGATGAAAACGAATGTCGCCAGATGCTCTATACCGGCTATCACTATAACGAT
 GGCCCGTCAGCGGTGCGCTACCCGCGTGGCAACGCGGTGCGCGTGGAAGTACGCGCGCTGGAA

AAACTACCAATTGGCAAAGGCATTGTGAAGCGTCGTGGCGAGAACTGGCGATCCTTAACCTT
GGTACGCTGATGCCAGAAGCGGCGAAAGTCGCCGAATCGCTGAACGCCACGCTGGTCGATATG
CGTTTTGTGAAACCGCTTGATGAAGCGTTAATTCTGGAAATGGCCGCCAGCCATGAAGCGCTG
GTCACCGTAGAAGAAAACGCCATTATGGGCGGCGCAGGCAGCGGCGTGAACGAAGTGCTGAT
GGCCATCGTAAACCAAGTACCCGTGCTGAACATTGGCCTGCCGGAATTCTTTATTCCGCAAGGA
ACTCAGGAAGAAATGCGCGCCGAAGTCTGGCCTCGATGCCGCTGGTATGGAAGCCAAAATCAA
GGCCTGGCTGGCATAAAAGCTTTGGCTGTTTTGGCGGATGAGAGAAGATTTTCAGCCTGATACA
GATTAAATCAGAACGCAGAAGCGG

