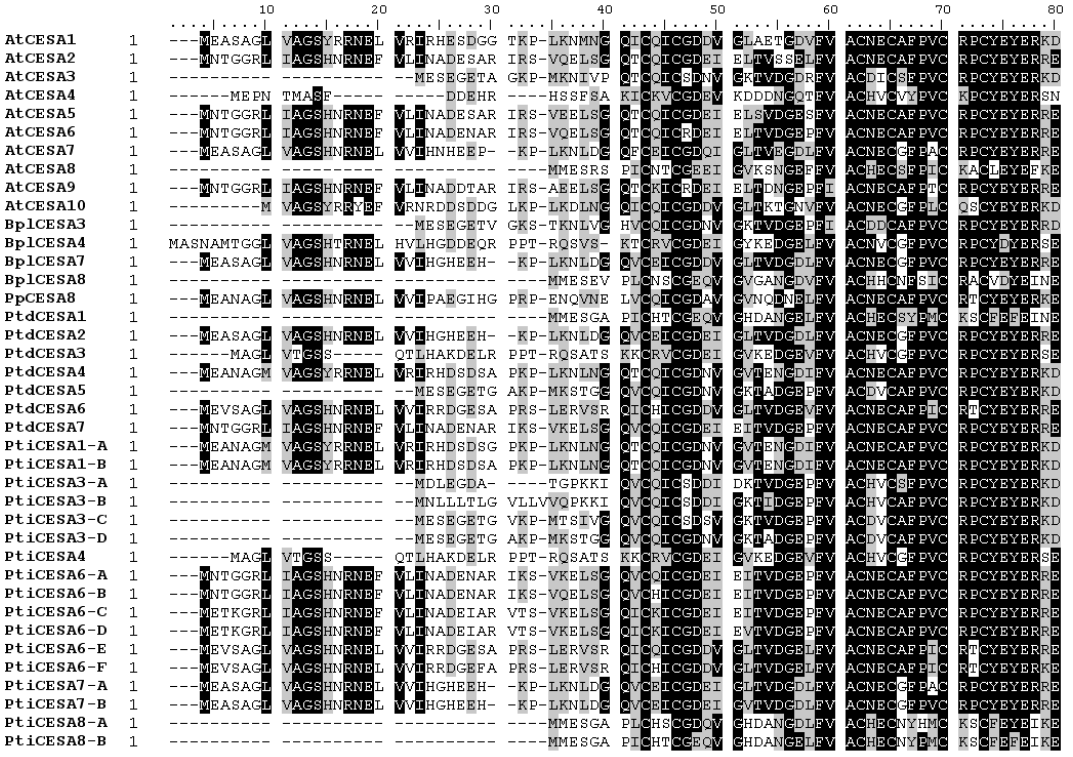
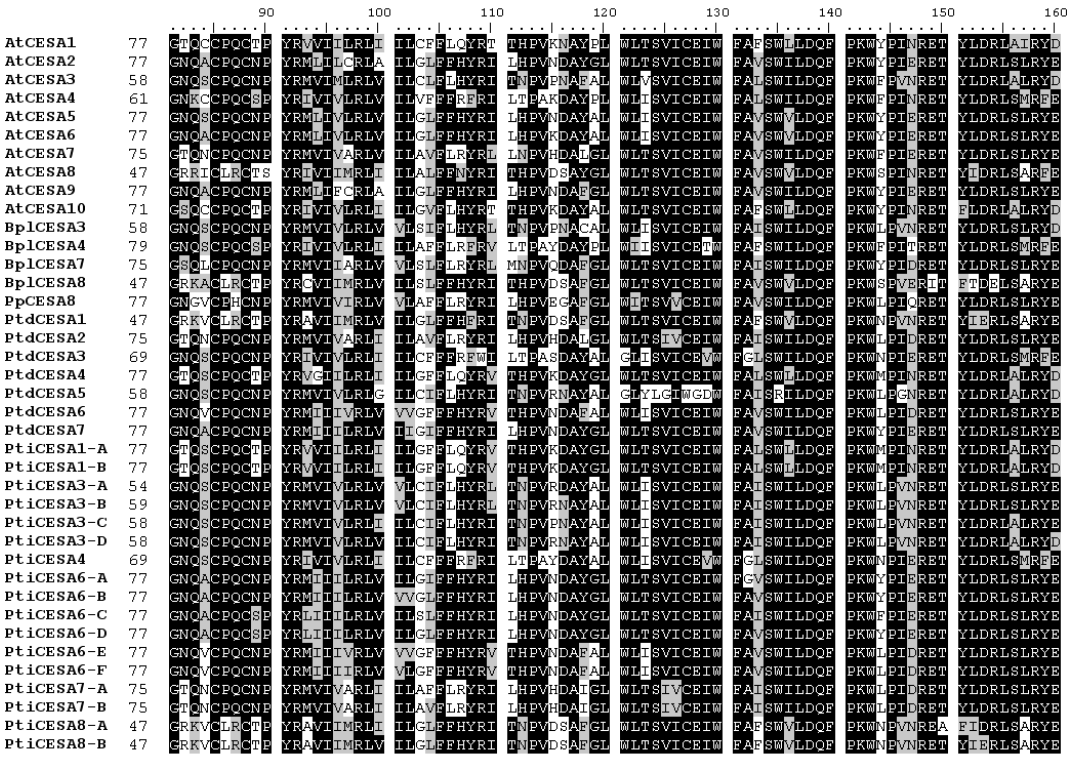
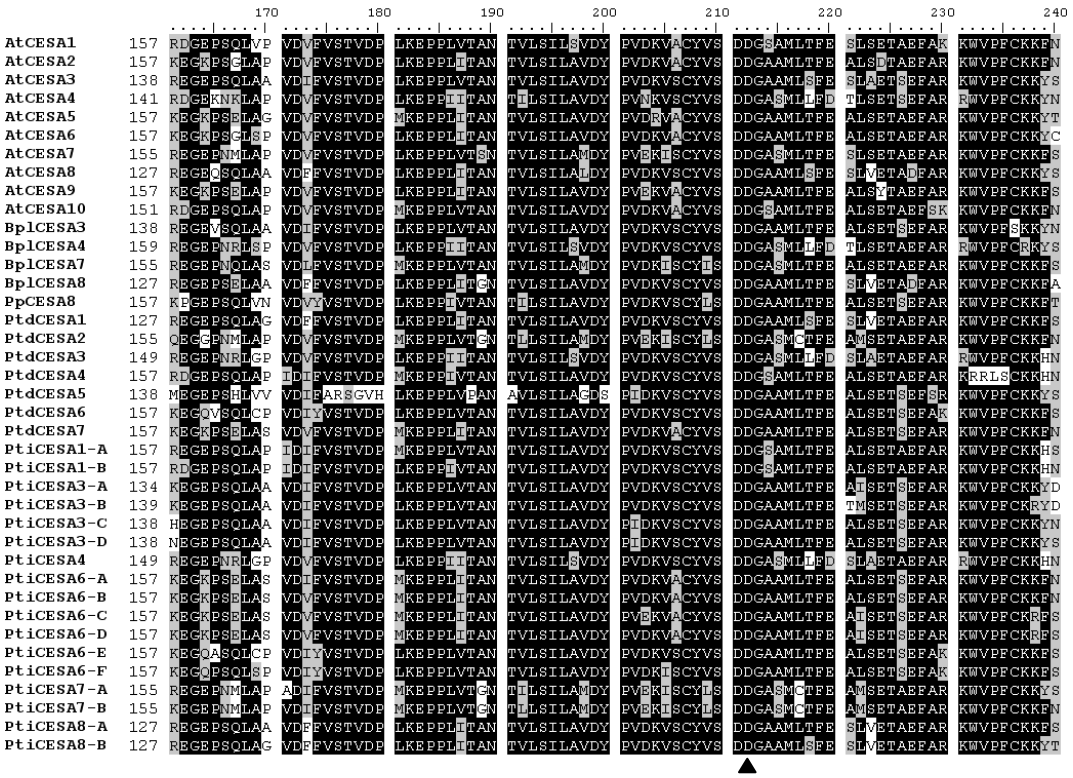
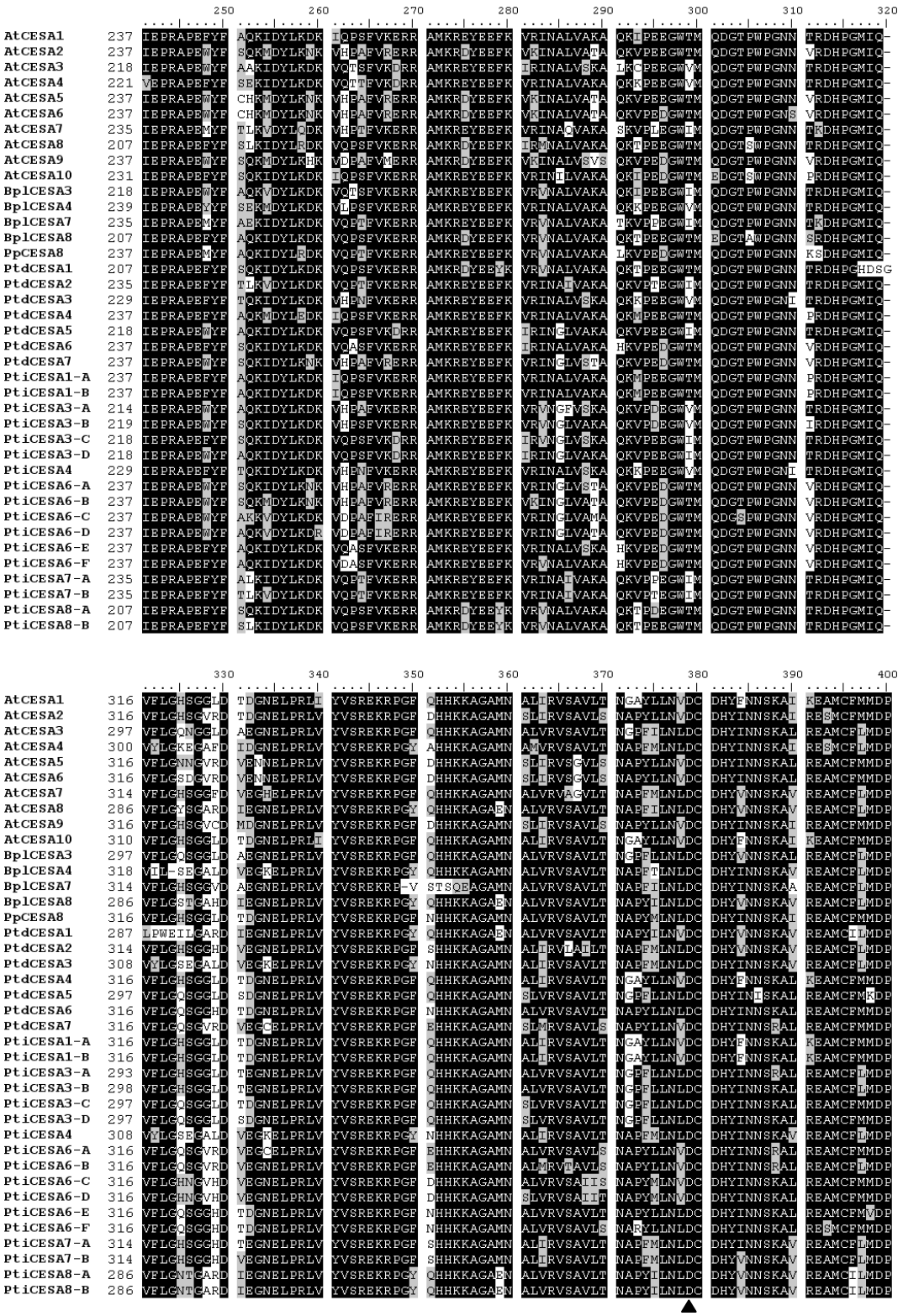
Supplemental Materials

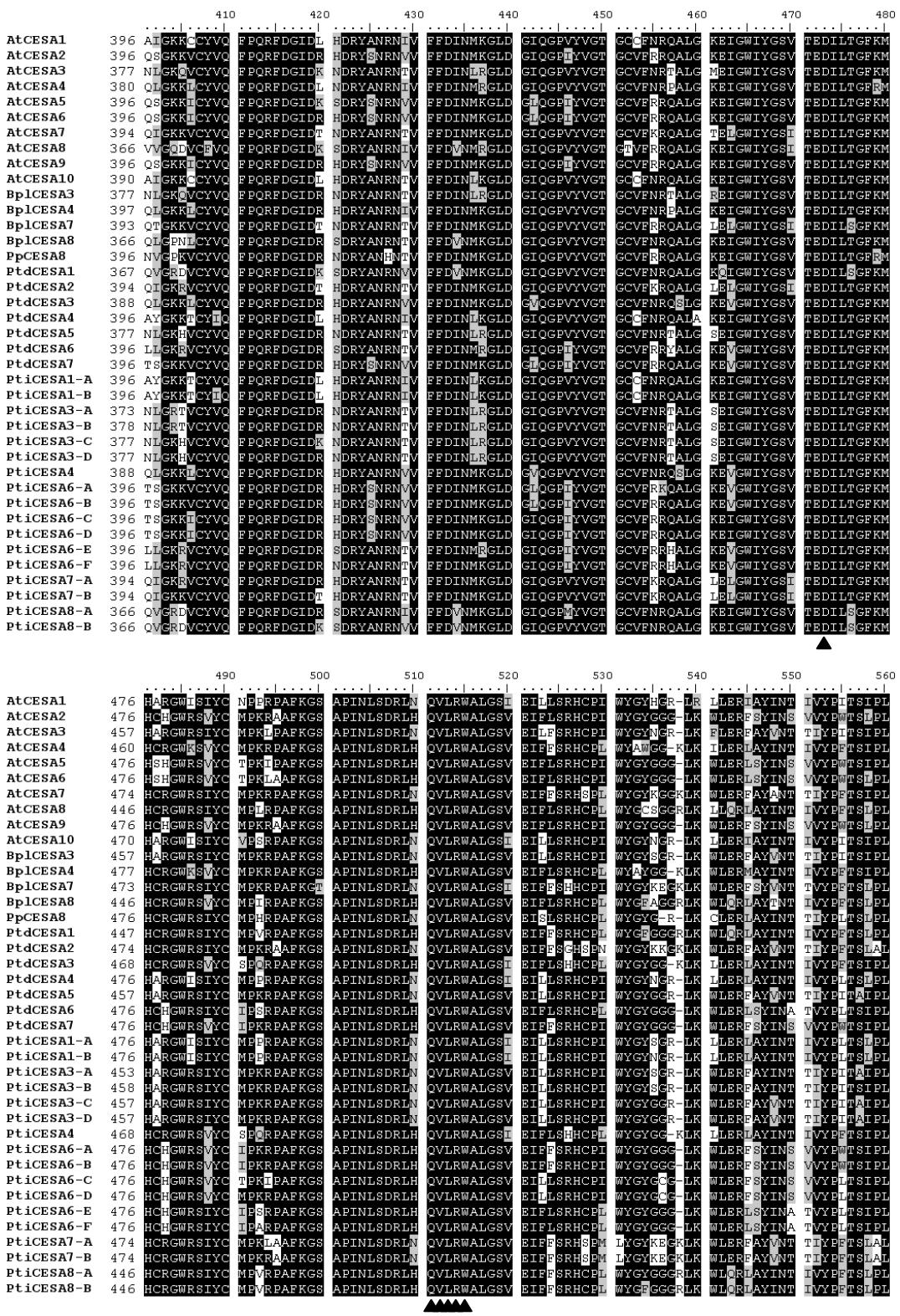
Figure S1. Multiple sequence alignment and main domains for the deduced amino acid sequences of 39 CESA proteins from *Physcomitrella paten*, *Arabidopsis thaliana*, *Betula platyphylla*, *Populus tremuloides* and *Populus trichocarpa*. The two hypervariable regions (HVRI and HVRII) of the selected CesA gene products were highly divergent and excluded for the alignment. Shown are the conserved processive glycosyltransferase motif (D, D, D, QVLRW, black triangles). The GenBank accession numbers are as follows: PpCESA8(DQ902549), AtCESA1(At4g32410), AtCESA2(At4g39350), AtCESA3(At5g05170), AtCESA4(At5g44030), AtCESA5 (At5g09870). AtCESA6(At5g64740), AtCESA7(At5g17420), AtCESA8(At4g18780), AtCESA9(At2g21770), AtCESA10(At2g25540), BplCESA8 (EU591529), BplCESA3 (EU591530), BplCESA7 (EU591531), BplCESA4 (EU591532), PtdCESA1 (AF072131), PtdCESA2 (AY095297), PtdCESA3 (AF527387), PtdCESA4 (AY162181), PtdCESA5 (AY055724), PtdCESA6 (AY196961), PtdCESA7 (AY162180), PtiCESA1-A (Pti835809), PtiCESA1-B (Pti763479), PtiCESA3-A (Pti560520), PtiCESA3-B (Pti576348), PtiCESA3-C (Pti821409), PtiCESA3-D (Pti706420), PtiCESA4 (Pti553321), PtiCESA6-A (Pti207792), PtiCESA6-B (Pti819877), PtiCESA6-C (Pti818594), PtiCESA6-D (Pti551308), PtiCESA6-E (Pti806784), PtiCESA6-F (Pti784751), PtiCESA7-A (Pti717644), PtiCESA7-B (Pti262611), PtiCESA8-A (Pti235238), PtiCESA8-B (Pti555650).

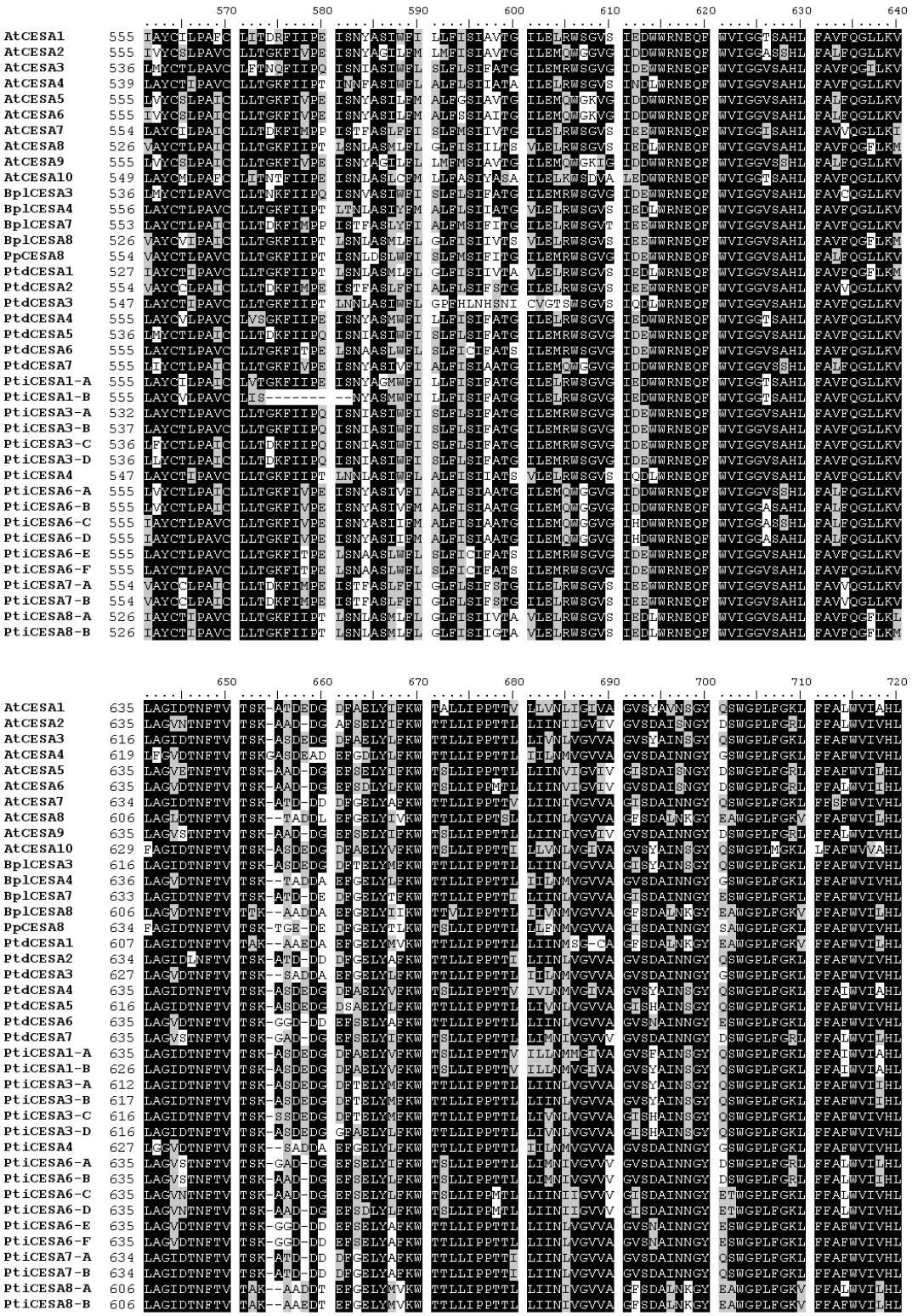



AtCESA1
AtCESA2
AtCESA3
AtCESA4
AtCESA5
AtCESA6
AtCESA7
AtCESA8
AtCESA9
AtCESA10
BplCESA3
BplCESA4
BplCESA7
BplCESA8
PpCESA8
PtdCESA1
PtdCESA2
PtdCESA3
PtdCESA4
PtdCESA5
PtdCESA6
PtdCESA7
PtiCESA1-A
PtiCESA1-B
PtiCESA3-A
PtiCESA3-B
PtiCESA3-C
PtiCESA3-D
PtiCESA4
PtiCESA6-A
PtiCESA6-B
PtiCESA6-C
PtiCESA6-D
PtiCESA6-E
PtiCESA6-F
PtiCESA7-A
PtiCESA7-B
PtiCESA8-A
PtiCESA8-B


AtCESA1
AtCESA2
AtCESA3
AtCESA4
AtCESA5
AtCESA6
AtCESA7
AtCESA8
AtCESA9
AtCESA10
BplCESA3
BplCESA4
BplCESA7
BplCESA8
PpCESA8
PtdCESA1
PtdCESA2
PtdCESA3
PtdCESA4
PtdCESA5
PtdCESA6
PtdCESA7
PtiCESA1-A
PtiCESA1-B
PtiCESA3-A
PtiCESA3-B
PtiCESA3-C
PtiCESA3-D
PtiCESA4
PtiCESA6-A
PtiCESA6-B
PtiCESA6-C
PtiCESA6-D
PtiCESA6-E
PtiCESA6-F
PtiCESA7-A
PtiCESA7-B
PtiCESA8-A
PtiCESA8-B




AtCESA1 396
AtCESA2 396
AtCESA3 377
AtCESA4 380
AtCESA5 396
AtCESA6 396
AtCESA7 394
AtCESA8 366
AtCESA9 396
AtCESA10 390
BplCESA3 377
BplCESA4 397
BplCESA7 393
BplCESA8 366
PpCESA8 396
PtdCESA1 367
PtdCESA2 394
PtdCESA3 388
PtdCESA4 396
PtdCESA5 377
PtdCESA6 396
PtdCESA7 396
PtiCESA1-A 396
PtiCESA1-B 396
PtiCESA3-A 373
PtiCESA3-B 378
PtiCESA3-C 377
PtiCESA3-D 377
PtiCESA4 388
PtiCESA6-A 396
PtiCESA6-B 396
PtiCESA6-C 396
PtiCESA6-D 396
PtiCESA6-E 396
PtiCESA6-F 396
PtiCESA7-A 394
PtiCESA7-B 394
PtiCESA8-A 366
PtiCESA8-B 366
410
420
430
440
450
460
470
480
AtCESA1 476
AtCESA2 476
AtCESA3 457
AtCESA4 460
AtCESA5 476
AtCESA6 476
AtCESA7 474
AtCESA8 446
AtCESA9 476
AtCESA10 470
BplCESA3 457
BplCESA4 477
BplCESA7 473
BplCESA8 446
PpCESA8 476
PtdCESA1 447
PtdCESA2 474
PtdCESA3 468
PtdCESA4 476
PtdCESA5 457
PtdCESA6 476
PtdCESA7 476
PtiCESA1-A 476
PtiCESA1-B 476
PtiCESA3-A 453
PtiCESA3-B 458
PtiCESA3-C 457
PtiCESA3-D 457
PtiCESA4 468
PtiCESA6-A 476
PtiCESA6-B 476
PtiCESA6-C 476
PtiCESA6-D 476
PtiCESA6-E 476
PtiCESA6-F 476
PtiCESA7-A 474
PtiCESA7-B 474
PtiCESA8-A 446
PtiCESA8-B 446
490
500
510
520
530
540
550
560


570 580 590 600 610 620 630 640
AtCESA1 555 IAYCILPAFC LLTDRFIIPE ISNYASIWFI LLRISIAVTG ILELRWSGVS IEDWWRNEQF WVIGGTSAHL FAVFQGLLKV
AtCESA2 555 IVYCSLPAVC LLTGKFIVPE ISNYAGILFM LMPISIAVTG ILEMQWGGVG IDDWWRNEQF WVIGGASSHL FALFQGLLKV
AtCESA3 536 LMYCTLPAVC LFTNQFIIPQ ISNIASIWFL SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGILKV
AtCESA4 539 LAYCTIPAVC LLTGKFIIPT INNFASIWFL ALRLSIIATA ILELRWSGVS INDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
AtCESA5 555 LVYCSLPAIC LLTGKFIVPE ISNYASILFM ALRGSIAVTG ILEMQWGKVG IDDWWRNEQF WVIGGVSAHL FALFQGLLKV
AtCESA6 555 IVYCSLPAIC LLTGKFIVPE ISNYASILFM ALRSSIAITG ILEMQWGKVG IDDWWRNEQF WVIGGVSAHL FALFQGLLKV
AtCESA7 554 LAYCILPAIC LLTDKFIMPP ISTFASLFFI SLRMSIIVTG ILELRWSGVS IEEWWRNEQF WVIGGISAHL FAVVQGLLKI
AtCESA8 526 VAYCTLPAIC LLTGKFIIPT LSNLASMLFL GLRISIILTS VLELRWSGVS IEDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGRLKM
AtCESA9 555 LVYCSLPAIC LLTGKFIVPE ISNYAGILFL LMPMSIAVTG ILEMQWGKIG IDDWWRNEQF WVIGGVSSHL FALFQGLLKV
AtCESA10 549 LAYCMLPAFC LLTNTFIIPE ISNLASLCFM LLRASIYASA ILELKWSDVA LEDWWRNEQF WVIGGTSAHL FAVFQGLLKV
BplCESA3 536 LMYCTLPAVC LLTNKFIIPQ ISNVASIWFM SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVCQGLLKV
BplCESA4 556 LAYCTLPAVC LLTGKFIIPT LTNLASIYFM ALRLSIIATG VLELRWSGVS IEDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
BplCESA7 553 LAYCTLPAIC LLTDKFIMPP ISTFASLYFI ALRMSIFITG ILELRWSGVT IEEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
BplCESA8 526 VAYCVIPAIC LLTGKFIIPT LSNLASMLFL GLRISIIVTS VLELRWSGVS IEEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGRLKM
PpCESA8 554 VAYCTLPAVC LLTGKFIIPT ISNLDSLWFI SLRMSIFITG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FALFQGLLKV
PtdCESA1 527 IAYCTIPAVC LLTGKFIIPT LSNLASMLFL GLRISIIVTA VLELRWSGVS IEDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGRLKM
PtdCESA2 554 VAYCCLPAIC LLTDKFIMPE ISTFASLFFI ALRLSIFSTG ILELRWSGVS IEEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVVQGLLKV
PtdCESA3 547 LAYCTIPAVC LLTGKFIIPT LNNLASIWFL GPRHLNHSNI CVGTSWSGVS IQDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtdCESA4 555 LAYCVLPAVC LVSGKFIIPE ISNYASMWFI LLRISIFATG ILELRWSGVG IEDWWRNEQF WVIGGTSAHL FAVFQGLLKV
PtdCESA5 536 LMYCTLPAIC LLTDKFIIPQ ISNLASIWFL SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtdCESA6 555 LAYCTLPAVC LLTGKFITPE LSNAASLWFL SLRICIFATS ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtdCESA7 555 LIYCTLPAIC LLTGKFIVPE ISNYASIVFI ALRISIAATG ILEMQWGGVG IDDWWRNEQF WVIGGVSSHL FALFQGLLKV
PtiCESA1-A 555 LAYCILPAIC LVTGKFIIPE ISNYAGMWFI LLRISIFATG ILELRWSGVG IEDWWRNEQF WVIGGTSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA1-B 555 LAYCVLPAVC LIS------- --NYASMWFI LLFISIFATG ILELRWSGVG IEDWWRNEQF WVIGGTSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA3-A 532 LAYCTLPAVC LLTGKFIIPQ ISNIASIWFI SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA3-B 537 LAYCTLPAVC LLTGKFIIPQ ISNIASIWFI SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA3-C 536 LFYCTLPAIC LLTDKFIIPQ ISNIASIWFI SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA3-D 536 LLYCTLPAIC LLTDKFIIPQ ISNIASIWFI SLRLSIFATG ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA4 547 LAYCTIPAVC LLTGKFIIPT LNNLASIWFL ALRISIIATS VLELRWSGVS IQDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA6-A 555 LVYCTLPAIC LLTGKFIVPE ISNYASIVFI ALRISIAATG ILEMQWGGVG IDDWWRNEQF WVIGGVSSHL FALFQGLLKV
PtiCESA6-B 555 LVYCTLPAIC LLTGKFIVPE ISNYASIVFM ALRISIAATG ILEMQWGGVG IDDWWRNEQF WVIGGASAHL FALFQGLLKV
PtiCESA6-C 555 IAYCTLPAVC LLTGKFIVPE ISNYASIIFM ALRISIAATG ILEMQWGGVG IHDWWRNEQF WVIGGASSHL FALFQGLLKV
PtiCESA6-D 555 IAYCTLPAVC LLTGKFIVPE ISNYASIIFM ALRISIAATG ILEMQWGGVG IHDWWRNEQF WVIGGASAHL FALFQGLLKV
PtiCESA6-E 555 LAYCTLPAVC LLTGKFITPE LSNAASLWFL SLRICIFATS ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA6-F 555 LAYCTLPAVC LLTGKFITPE LSNAASLWFL SLRICIFATS ILEMRWSGVG IDEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGLLKV
PtiCESA7-A 554 VAYCCLPAIC LLTDKFIMPE ISTFASLFFI GLRLSIFSTG ILELRWSGVS IEEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVVQGLLKV
PtiCESA7-B 554 VAYCCLPAIC LLTDKFIMPE ISTFASLFFI GLRLSIFSTG ILELRWSGVS IEEWWRNEQF WVIGGVSAHL FAVVQGLLKV
PtiCESA8-A 526 IAYCTIPAVC LLTGKFIIPT LSNLASMLFL GLRISIIVTA VLELRWSGVS IEDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGRLKL
PtiCESA8-B 526 IAYCTIPAVC LLTGKFIIPT LSNLASMLFL GLRISIIGTA VLELRWSGVS IEDLWRNEQF WVIGGVSAHL FAVFQGRLKM
650 660 670 680 690 700 710 720
AtCESA1 635 LAGIDTNFTV TSK-ADEDGD DFAELYIFKW TALLIPPTTV LLVNLIGIVA GVSYAVNSGY QSWGPLFGKL FFALWVIAHL
AtCESA2 635 LAGVNTNFTV TSK-AADDGA AFSELYLFKW TTLLIPPTTL LIINIIGVIV GVSDAISNGY DSWGPLFGRL FFALWVIVHL
AtCESA3 616 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFAELYLFKW TTLLIPPTTL LIVNLVGVVA GVSYAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
AtCESA4 619 LPGVDTNFTV TSKGASDEAD EFGDLYLFKW TTLLIPPTTL IILNMVGVVA GVSDAINNGY GSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
AtCESA5 635 LAGVETNFTV TSK-AADDGE EFSELYLFKW TSLLIPPTTL LIINVIGVIV GISDAISNGY DSWGPLFGRL FFAFWVILHL
AtCESA6 635 LAGVDTNFTV TSK-AADDGE EFSDLYLFKW TSLLIPPMTL LIINVIGVIV GVSDAISNGY DSWGPLFGRL FFALWVILHL
AtCESA7 634 LAGIDTNFTV TSK-ATDDDF DFGELYAFKW TTLLIPPTTV LIINIVGVVA GISDAINNGY QSWGPLFGKL FFSFWVIVHL
AtCESA8 606 LAGLDTNFTV TSK--TADDL EFGELYIVKW TTLLIPPTSL LIINLVGVVA GFSDALNKGY EAWGPLFGKV FFAFWVILHL
AtCESA9 635 LAGVSTNFTV TSK-AADDGE EFSELYLFKW TSLLIPPTTL LIINLVGVIV GVSDAINNGY DSWGPLFGRL FFALWVIVHL
AtCESA10 629 FAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFAELYVFKW TSLLIPPTTI LLVNLVGIVA GVSYAINSGY QSWGPLMGKL LFAFWVVAHL
BplCESA3 616 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFTELYMFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GISYAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
BplCESA4 636 LAGVDTNFTV TSK--TADDA EFGELYLFKW TTLLIPPTTL IILNMVGVVA GVSDAINNGY GSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
BplCESA7 633 LAGIDTNFTV TSK-ATD-DE DFGELYTFKW TTLLIPPTTI LIINLVGVVA GISDAINNGY ESWGPLFGKL FFAFWVIVHL
BplCESA8 606 LAGVDTNFTV TTK--AADDA EFGELYIIKW TTVLIPPTTL IIVNMVGVVA GFSDALNKGY EAWGPLFGKV FFAFWVILHL
PpCESA8 634 FAGIDTNFTV TSK-TGE-DE DFGELYTLKW TSLLIPPTTL LLENMVGVVA GISDAINNGY SAWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtdCESA1 607 LAGIDTNFTV TAK--AAEDA EFGELYMVKW TTLLIPPTTL LIINMSC-CA GFSDALNKGY EAWGPLFGKV FFAFWVILHL
PtdCESA2 634 LAGIDTNFTV TSK-ATD-DD DFGELYAFKW TTLLIPPTTI LIINLVGVVA GVSDAINNGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtdCESA3 627 LAGVDTNFTV TSK--SADDA EFGELYLFKW TTLLIPPTTL IILNMVGVVA GVSDAINNGY GSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtdCESA4 635 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFAELYVFKW TSLLIPPTTV IVLNMVGIVA GVSYAINSGY QSWGPLFGKL FFALWVIAHL
PtdCESA5 616 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DSAELYLFKW TTLLIPPTTL LIVNLVGVVA GISHAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtdCESA6 635 LAGVDTNFTV TSK-GGD-DD EFSELYAFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GVSNAINNGY ESWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtdCESA7 635 LAGVSTNFTV TSK-GAD-DG EFSELYIFKW TSLLIPPTTL LIVNIVGVVV GVSDAINNGY DSWGPLFGRL FFALWVILHL
PtiCESA1-A 635 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFAELYVFKW TSLLIPPTTV ILLNMMGIVA GVSFAINSGY QSWGPLFGKL FFALWVIAHL
PtiCESA1-B 626 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFAELYVFKW TSLLIPPTTV ILLNMVGIVA GVSYAINSGY QSWGPLFGKL FFALWVIAHL
PtiCESA3-A 612 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFTELYMFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GVSYAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVILHL
PtiCESA3-B 617 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG DFTELYMFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GVSYAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVILHL
PtiCESA3-C 616 LAGIDTNFTV TSK-SSDEDG DFTELYMFKW TTLLIPPTTL LIVNLVGVVA GISHAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA3-D 616 LAGIDTNFTV TSK-ASDEDG GFAELYLFKW TTLLIPPTTL LIVNLVGVVA GISHAINSGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA4 627 LPGVDTNFTV TSK--SADDA EFGELYLFKW TTLLIPPTTL IILNMVGVVA GVSDAINNGY GSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA6-A 635 LAGVSTNFTV TSK-GADDGE EFSELYIFKW TSLLIPPTTL LIVNIVGVVV GVSDAINNGY DSWGPLFGRL FFALWVILHL
PtiCESA6-B 635 LAGVSTNFTV TSK-AADDGE EFSELYLFKW TSLLIPPTTL LIVNLVGVVV GVSDAINNGY DSWGPLFGRL FFALWVILHL
PtiCESA6-C 635 LAGVNTNFTV TSK-AADDGE EFSELYLFKW TSLLIPPMTL LIINIIGVVV GISDAINNGY ETWGPLFGKL FFALWVIVHL
PtiCESA6-D 635 LAGVNTNFTV TSK-AADDGE EFSDLYLFKW TSLLIPPMTL LIINIIGVVV GISDAINNGY ETWGPLFGKL FFALWVIVHL
PtiCESA6-E 635 LAGVDTNFTV TSK-GGD-DD EFSELYAFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GVSNAINNGY ESWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA6-F 635 LAGVDTNFTV TSK-GGD-DD EFSELYAFKW TTLLIPPTTL LIINLVGVVA GVSNAINNGY ESWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA7-A 634 LAGIDTNFTV TSK-ATD-DD DFGELYAFKW TTLLIPPTTI LIINLVGVVA GVSDAINNGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA7-B 634 LAGIDTNFTV TSK-ATD-DD DFGELYAFKW TTLLIPPTTI LIINLVGVVA GVSDAINNGY QSWGPLFGKL FFAFWVIVHL
PtiCESA8-A 606 LAGIDTNFTV TAK--AADDT EFGELYMVKW TTLLIPPTTL LIINIVGVVA GFSDALNKGY EAWGPLFGKV FFALWVILHL
PtiCESA8-B 606 LAGIDTNFTV TAK--AAEDT EFGELYMVKW TTLLIPPTTL LIINIVGVVA GFSDALNKGY EAWGPLFGKV FFAFWVILHL

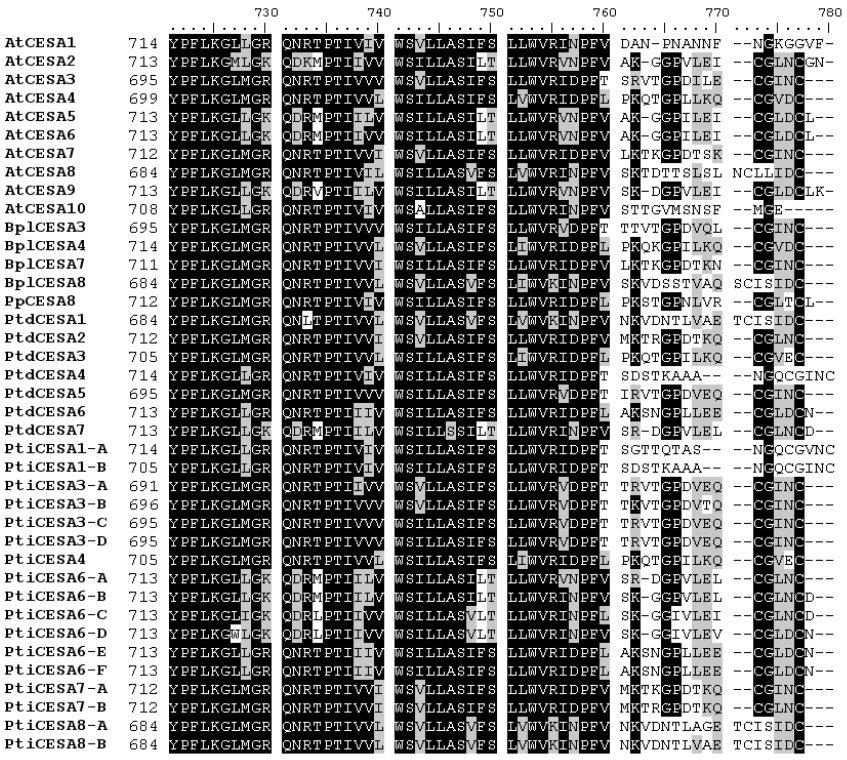


Figure S2. Gel electrophoresis result of *Bplactin* and *BplCesAs* RT-PCR products from different birch tissues. **a** showing the stable trancript expression abundance of *Bplactin* in leaves (Lanes 1–5) and stem (Lanes 6–10). **b** showing the specific amplification of four *BplCesAs* (in the order of *BplCesA1*, *BplCesA2*, *BplCesA3* and *BplCesA4*) in leaf (1–4) and stem (5–8) by specific primers.